

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-306739
 (43)Date of publication of application : 17.11.1998

(51)Int.Cl.

F02D 29/02
 B60L 11/14

(21)Application number : 09-293541
 (22)Date of filing : 09.10.1997

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP
 (72)Inventor : SASAKI SHOICHI
 KOTANI TAKESHI
 YAMAOKA MASAOKI
 TAKAOKA TOSHIBUMI
 YAMAGUCHI KATSUHIKO
 KANAI HIROSHI

(30)Priority

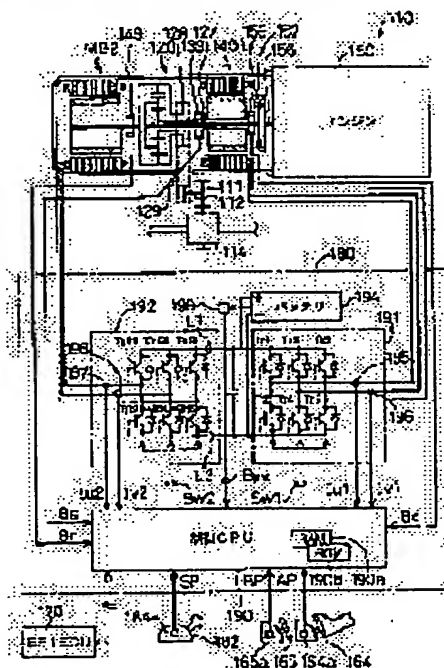
Priority number : 08303950 Priority date : 29.10.1996 Priority country : JP
 09 70800 07.03.1997 JP

(54) POWER OUTPUT DEVICE, PRIME MOVER CONTROL DEVICE AND CONTROL METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the rotating speed of a prime mover rapidly to the value zero at the time of stopping the operation of the prime mover in a power output device composed of the prime mover, a triaxial power input-output means and two motors.

SOLUTION: A power output device 110 is provided with a planetary gear 120, an engine 150 with a crankshaft 156 connected to the planetary gear 120, a motor MG1 fitted to a sun gear, and a motor MG2 fitted to a ring gear. When the stop of the engine 150 is commanded, fuel injection to the engine 150 is stopped, and the motor MG1 is so controlled that torque in a reverse direction to the rotating direction of the crankshaft 156 acts upon the crankshaft 156 through the planetary gear 120 and a carrier shaft 127 until the rotating speed of the engine 150 becomes close to the value zero. As a result, the rotating speed of the engine 150 can be rapidly reduced to the value zero.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.11.1999
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number] 3216589
 [Date of registration] 03.08.2001
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-306739

(43) 公開日 平成10年(1998)11月17日

(51) Int.Cl.⁵

識別記号

F I

F 0 2 D 29/02

F 0 2 D 29/02

D

B 6 0 L 11/14

B 6 0 L 11/14

審査請求 未請求 請求項の数20 F D (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願平9-293541
(22) 出願日 平成9年(1997)10月9日
(31) 優先権主張番号 特願平8-303950
(32) 優先日 平8(1996)10月29日
(33) 優先権主張国 日本 (J P)
(31) 優先権主張番号 特願平9-70800
(32) 優先日 平9(1997)3月7日
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(72) 発明者 佐々木 正一
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(72) 発明者 小谷 武史
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(72) 発明者 山岡 正明
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(74) 代理人 弁理士 下出 隆史 (外2名)

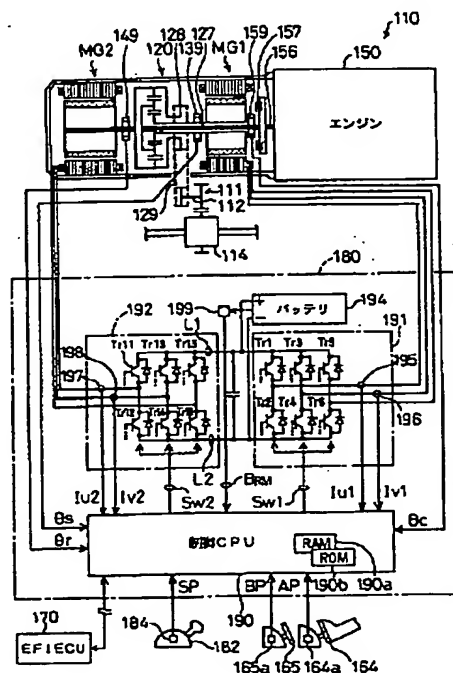
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動力出力装置、原動機制御装置並びにこれらの制御方法

(57) 【要約】

【課題】 原動機と3軸式動力入出力手段と2つの電動機からなる動力出力装置において原動機の運転停止の際に原動機の回転数を素早く値0とする。

【解決手段】 動力出力装置110は、プラネタリギヤ120と、そのプラネタリキャリアにクランクシャフト156が結合されたエンジン150と、サンギヤに取り付けられたモータMG1と、リングギヤに取り付けられたモータMG2とを備える。エンジン150の停止の指示がなされると、エンジン150への燃料噴射を停止すると共に、エンジン150の回転数が値0の近傍になるまで、プラネタリギヤ120、キャリア軸127を介してクランクシャフト156にその回転方向とは逆向きの方向のトルクが作用するようモータMG1を制御する。この結果、エンジン150の回転数を素早く値0とすることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 駆動軸に動力を出力する動力出力装置であって、

出力軸を有する原動機と、

回転軸を有し、該回転軸に動力を入出力する第 1 の電動機と、

前記駆動軸に動力を入出力する第 2 の電動機と、

前記駆動軸と前記出力軸と前記回転軸とに各々結合される 3 軸を有し、該 3 軸のうちいずれか 2 軸へ動力が入出力されたとき、該入出力された動力に基づいて定まる動力を残余の 1 軸へ入出力する 3 軸式動力入出力手段と、前記原動機の運転を停止すべき条件が整った時、該原動機への燃料供給を停止するよう指示する燃料停止指示手段と、

該原動機への燃料供給の停止の指示に伴って、前記出力軸にトルクを付加し、

該出力軸の回転減速度を所定範囲に制御して前記原動機を停止する停止時制御を実行する停止時制御実行手段とを備えた動力出力装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の動力出力装置であって、前記原動機の停止時に前記電動機が前記出力軸に付加するトルクの経過時間に沿った目標値を、前記原動機の停止時の振る舞いに基づいて予め定める目標トルク記憶手段を備えると共に、

前記停止時制御実行手段は、前記停止時制御として、前記三軸式動力入出力手段を介して、前記目標値に応じたトルクを前記原動機の停止後の経過時間に沿って前記出力軸に付加するよう前記第 1 の電動機を駆動する制御を行なう手段を備えた動力出力装置。

【請求項 3】 請求項 1 記載の動力出力装置であって、前記停止時制御の実行中における前記出力軸の回転数の減速度を求める減速度演算手段と、前記求められた減速度の大小により学習値を増減し、記憶する学習手段と、前記停止時制御実行手段の前記停止時制御における前記所定範囲を、前記記憶された学習値に基づいて決定する減速度範囲決定手段とを備えた動力出力装置。

【請求項 4】 請求項 1 記載の動力出力装置であって、前記出力軸の回転数を検出する回転数検出手段を備えると共に、

前記停止時制御実行手段は、前記停止時制御として、前記回転数検出手段により検出される前記出力軸の回転数が所定の経路で所定値となるよう前記第 1 の電動機を駆動する制御を行なう手段を備える動力出力装置。

【請求項 5】 請求項 1 記載の動力出力装置であって、前記出力軸の回転数を検出する回転数検出手段を備えると共に、

前記停止時制御手段は、前記停止時制御として、前記回転数検出手段により検出される前記出力軸の回転数が所定値となるまで、前記 3 軸式動力入出力手段を介して該

出力軸の回転方向とは逆向きのトルクを該出力軸に付加するよう前記第 1 の電動機を駆動する制御を行なう手段を備える動力出力装置。

【請求項 6】 前記停止時制御手段は、前記停止時制御の一部として、前記回転数検出手段により検出される前記出力軸の回転数が前記所定値以下の値と指定設定された判定値以下となったとき、前記 3 軸式動力入出力手段を介して該出力軸の回転方向に作用する所定のトルクを該出力軸に付加するよう前記第 1 の電動機を駆動する制御を行なう手段を備える請求項 5 記載の動力出力装置。

【請求項 7】 請求項 5 記載の動力出力装置であって、前記停止時制御の実行中における前記出力軸の回転数の減速度を求める減速度演算手段と、該減速度の絶対値が大きいほど、前記判定値を大きな値に設定する判定値設定手段とを備えた動力出力装置。

【請求項 8】 請求項 5 記載の動力出力装置であって、前記停止時制御の実行中において前記駆動軸に加わる制動力の大小を判定する制動力判定手段と、該制動力が大きいと判定された場合には、前記判定値を大きな値に設定する判定値設定手段とを備えた動力出力装置。

【請求項 9】 前記所定値は、前記出力軸と前記三軸式動力入出力手段とを含む系のねじり振動の共振領域を下回る回転数である請求項 5 記載の動力出力装置。

【請求項 10】 請求項 1 記載の動力出力装置であって、前記原動機の運転停止の指示が、前記駆動軸への動力の入出力を継続した状態でなされたとき、前記第 2 の電動機を駆動して、前記駆動軸への動力の入出力を継続する第 2 電動機制御手段を備える動力出力装置。

【請求項 11】 燃料の燃焼により動力を出力する原動機と、該原動機の出力軸にダンパを介して接続された電動機とを備え、該原動機の運転・停止を制御可能な原動機制御装置であって、

前記原動機の運転を停止すべき条件が整った時、該原動機への燃料供給を停止する燃料停止手段と、該原動機への燃料供給の停止に伴って、前記出力軸にトルクを付加し、該出力軸の回転減速度を所定範囲に制御して前記原動機を停止する停止時制御を実行する停止時制御実行手段とを備えた原動機制御装置。

【請求項 12】 請求項 11 記載の原動機制御装置であって、前記原動機の停止時に前記電動機が前記出力軸に付加するトルクの経過時間に沿った目標値を、前記原動機の停止時の振る舞いに基づいて予め定める目標トルク記憶手段を備えると共に、

前記停止時制御実行手段は、前記停止時制御として、前記原動機の停止後の経過時間に沿って前記目標値に応じたトルクを前記出力軸に付加するよう前記電動機を駆動する制御を行なう手段を備える原動機制御装置。

【請求項 13】 請求項 12 記載の原動機制御装置であって、
前記停止時制御の実行中における前記出力軸の回転数の減速度を求める減速度演算手段と、
前記求められた減速度の大小により学習値を増減し、記憶する学習手段と、
前記停止時制御実行手段の前記停止時制御における前記所定範囲を、前記記憶された学習値に基づいて決定する減速度範囲決定手段とを備えた原動機制御装置。

【請求項 14】 請求項 11 記載の原動機制御装置であって、
前記出力軸の回転数を検出する回転数検出手段を備えると共に、
前記停止時制御実行手段は、前記停止時制御として、前記出力軸の回転数が所定の経路で所定値となるよう前記電動機を駆動する制御を行なう手段を備える原動機制御装置。

【請求項 15】 請求項 11 記載の原動機制御装置であって、
前記出力軸の回転数を検出する回転数検出手段を備えると共に、
前記停止時制御実行手段は、前記停止時制御として、前記検出された出力軸の回転数が所定値となるまで、該出力軸の回転方向とは逆向きのトルクを、該出力軸に付加するよう前記電動機を駆動する制御を行なう手段を備える原動機制御装置。

【請求項 16】 請求項 11 記載の原動機制御装置であって、
前記出力軸の回転数を検出する回転数検出手段を備えると共に、
前記停止時制御手段は、前記停止時制御の一部として、前記回転数検出手段により検出される前記出力軸の回転数が前記所定値以下の値として設定された判定値以下となったとき、該出力軸の回転方向に作用する所定のトルクを、該出力軸に付加するよう前記電動機を駆動する制御を行なう手段を備えた原動機制御装置。

【請求項 17】 請求項 15 記載の原動機制御装置であって、
前記停止時制御の実行中における前記出力軸の回転数の減速度を求める減速度演算手段と、
該減速度の絶対値が大きいほど、前記判定値を大きな値に設定する判定値設定手段とを備えた原動機制御装置。

【請求項 18】 前記所定値は、前記出力軸と前記電動機の回転子とを含む系のねじり振動の共振領域を下回る回転数である請求項 15 記載の駆動装置。

【請求項 19】 出力軸を有する原動機と、回転軸を有し、該回転軸に動力を入出力する第 1 の電動機と、前記駆動軸に動力を入出力する第 2 の電動機と、前記駆動軸と前記出力軸と前記回転軸とに各々結合される 3 軸を有し、該 3 軸のうちいずれか 2 軸へ動力が入出力されたと

き、該入出力された動力に基づいて定まる動力を残余の 1 軸へ入出力する 3 軸式動力入出力手段とを備えた動力出力装置を制御する方法であって、
前記原動機の運転を停止すべき条件が整った時、該原動機への燃料供給を停止するよう指示し、
該原動機への燃料供給の停止の指示に伴って、前記出力軸にトルクを付加し、該出力軸の回転減速度を所定範囲に制御して前記原動機を停止する停止時制御を実行する動力出力装置の制御方法。

10 【請求項 20】 燃料の燃焼により動力を出力する原動機であり、該原動機の出力軸にダンパを介して接続された電動機を備えた原動機の停止を制御する方法であって、
前記原動機の運転を停止すべき条件が整った時、該原動機への燃料供給を停止し、
該原動機への燃料供給の停止に伴って、前記出力軸にトルクを付加し、該出力軸の回転減速度を所定範囲に制御して前記原動機を停止する停止時制御を実行する原動機の制御方法。

20 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、原動機制御装置、動力出力装置並びにこれらの制御方法に関し、詳しくは、燃料の燃焼により動力を出力する原動機とこの原動機の出力軸にダンパを介して接続された電動機からなるシステムにおいて原動機を停止する技術および駆動軸に動力を出力する動力出力装置において原動機を停止する技術、並びにこれらの制御方法に関する。

【0002】

30 【従来の技術】従来、原動機から出力される動力をトルク変換して駆動軸に出力する動力出力装置としては、流体を利用したトルクコンバータと変速機とを組み合わせるものが用いられていた。この装置におけるトルクコンバータは、原動機の出力軸と変速機に結合された回転軸との間に配置され、封入された流体の流動を介して両軸間の動力の伝達を行なう。このようにトルクコンバータでは、流体の流動により動力を伝達するため、両軸間に滑りが生じ、この滑りに応じたエネルギー損失が発生する。このエネルギー損失は、正確には、両軸の回転数差とその時に動力の出力軸に伝達されるトルクとの積で表わされ、熱として消費される。

40 【0003】

【発明が解決しようとする課題】したがって、こうした動力出力装置を動力源として搭載する車両では、両軸間の滑りが大きくなると、例えば発進時や登り勾配を低速で走行するときなどのように大パワーが要求されるときには、トルクコンバータでのエネルギー損失が大きくなり、エネルギー効率が低いものとなるという問題があった。また、定常走行時であっても、トルクコンバータにおける動力の伝達効率は 100 パーセントにならないか

ら、例えば、手動式のトランスミッションと較べて、その燃費は低くならざるを得ない。

【0004】本発明の動力出力装置およびその制御方法は、上述の問題を解決し、原動機から出力される動力を高効率に駆動軸に出力する装置およびその装置の制御方法を提供することを目的の一つとする。

【0005】出願人は、上述の問題に鑑み、流体を用いたトルクコンバータを用いるのではなく、原動機と3軸式動力入出力手段としての遊星歯車装置と発電機と電動機とバッテリーとを備え、原動機から出力される動力やバッテリーに蓄えられた電力を用いて電動機から出力される動力を駆動軸に出力するものを提案している（特開昭第50-30223号公報）。しかし、この提案では、原動機の運転を停止するときの制御については明示されていない。

【0006】そこで、本発明の動力出力装置およびその制御方法は、原動機と3軸式動力入出力手段と2つの電動機からなる動力出力装置における原動機の運転を停止する際の制御の手法を提供することを目的の一つとする。

【0007】また、この動力出力装置は、原動機の出力軸と電動機の回転軸とが3軸式動力入出力手段により機械的に結合されているから、機械的に一つの振動系を構成する。したがって、例えば、原動機が内燃機関の場合には、内燃機関におけるガス爆発やピストンの往復運動によるトルク変動が加わると、内燃機関の出力軸や電動機の回転軸にねじり振動が生じ、軸の固有振動数と強制振動数が一致すると共振現象を起こして、3軸式動力入出力手段から異音を生じさせたり、場合によっては軸の疲労破壊を生じさせたりする。こうした共振現象は、原動機の種類や3軸式動力入出力手段の構造などによっても異なるが、原動機の運転可能な最低回転数未満の状態が生じることが多い。

【0008】そこで、本発明の動力出力装置およびその制御方法は、原動機の運転を停止する際に系に生じ得るねじり振動の共振現象を防止することを目的の一つとする。

【0009】また、原動機の出力軸に電動機からトルクを出力して原動機を積極的に停止させると、電動機の制御によっては、原動機の出力軸の回転数が、アンダーシュートして値0以下となってしまうことがあり、この際に装置全体に振動が生じることがある。したがって、この駆動装置を、例えば、車両に搭載したときには、アンダーシュートの際の振動が車体に伝わり、運転者に違和感を与える。

【0010】そこで本発明の駆動装置およびその制御方法は、原動機の運転を停止する際に生じ得る振動を低減することを目的の一つとする。

【0011】こうした原動機の運転を停止する際に系に生じ得るねじり振動の共振現象の問題は、上述の動力出

力装置に限られず、原動機の出力軸と電動機の回転軸とが機械的に結合されている駆動装置であれば、同様に生じ得る。この問題に対して、原動機の出力軸と電動機の回転軸とをダンパを介して機械的に結合する装置が多い。しかし、ねじり振動の振幅を抑える効果が大きなダンパを用いれば、こうしたダンパは特別な減衰機能を有するために部品数が多くなると共に大型化してしまう。一方、小型で簡易なダンパを用いれば、ねじり振動の振幅を抑える効果が小さくなってしまう。

【0012】かかる問題を有する構成は、動力を直接的に出力する構成に限らず、例えば原動機と発電機とを直結し、該発電機により発電した電力による駆動される電動機により走行用のトルクを得るいわゆるシリーズハイブリッドなども該当する。したがって、上記との動力出力装置と主要部が同一の発明として、原動機制御装置とその制御方法の発明がなされた。この原動機制御装置およびその制御方法は、ダンパの種類によらず、原動機の運転を停止する際に系に生じ得るねじり振動の共振現象を防止することを目的の一つとする。

【0013】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】本発明の動力出力装置および原動機制御方法並びにこれらの制御方法は、上述の目的の少なくとも一部を達成するために、次の手段を採った。

【0014】本発明の動力出力装置は、駆動軸に動力を出力する動力出力装置であって、出力軸を有する原動機と、回転軸を有し、該回転軸に動力を入出力する第1の電動機と、前記駆動軸に動力を入出力する第2の電動機と、前記駆動軸と前記出力軸と前記回転軸とに各々結合される3軸を有し、該3軸のうちいずれか2軸へ動力が入出力されたとき、該入出力された動力に基づいて定まる動力を残余の1軸へ入出力する3軸式動力入出力手段と、前記原動機の運転を停止すべき条件が整った時、該原動機への燃料供給を停止するよう指示する燃料停止指示手段と、該原動機への燃料供給の停止の指示に伴って、前記出力軸にトルクを付加し、該出力軸の回転減速度を所定範囲に制御して前記原動機を停止する停止時制御を実行する停止時制御実行手段とを備えることを要旨とする。

【0015】また、この動力出力装置に対応した動力出力装置の制御方法は、出力軸を有する原動機と、回転軸を有し、該回転軸に動力を入出力する第1の電動機と、前記駆動軸に動力を入出力する第2の電動機と、前記駆動軸と前記出力軸と前記回転軸とに各々結合される3軸を有し、該3軸のうちいずれか2軸へ動力が入出力されたとき、該入出力された動力に基づいて定まる動力を残余の1軸へ入出力する3軸式動力入出力手段とを備えた動力出力装置を制御する方法であって、前記原動機の運転を停止すべき条件が整った時、該原動機への燃料供給を停止するよう指示し、該原動機への燃料供給の停止の

指示に伴って、前記出力軸にトルクを付加し、該出力軸の回転減速度を所定範囲に制御して前記原動機を停止する停止時制御を実行することを要旨としている。

【0016】かかる動力出力装置およびその制御方法によれば、原動機の運転を停止すべき条件が整うと、動力出力装置は、原動機への燃料供給を停止するよう指示する共に、停止時制御を実行する。この停止時制御は、原動機の出力時にトルクを付加し、この出力軸の減速度を所定範囲に制限して原動機を停止するものである。出力軸へのトルクの付加は、第1の電動機によっても良いし、第2の電動機によっても良い。

【0017】この結果、出力軸の減速度は、所定範囲に制限され、例えばねじり共振領域を素早く通り抜けるといった制御が可能となる。同時に、電動機における無用の電力消費を避けることも可能となる。

【0018】かかる停止時制御としては、様々なバリエーションを考えることができる。一つは、出力軸に付加するトルクをいわゆる開ループ制御する構成である。かかる動力出力装置は、前記原動機の停止時に前記電動機が前記出力軸に付加するトルクの経過時間に沿った目標値を、前記原動機の停止時の振る舞いに基づいて予め定める目標トルク記憶手段を備えると共に、前記停止時制御実行手段は、前記停止時制御として、前記三軸式動力入出力手段を介して、前記目標値に応じたトルクを前記原動機の停止後の経過時間に沿って前記出力軸に付加するよう前記第1の電動機を駆動する制御を行なう手段を備える。

【0019】この場合には、出力軸の回転数を用いたフィードバック制御を行なわないので、トルク指令値が動力出力装置の状態や外乱により変動することがなく、駆動軸におけるトルク変動を低減することができる。また、出力軸の回転数が目標回転数（停止の場合は通常値0）から大きく隔たっている場合でも、回転数差に基づくフィードバック制御を行なわないから、過大なトルク指令値を出力して無用の電力を消費してしまうことがない。

【0020】かかる開ループ制御では、フィードバック制御を作用していないことから、最適な制御を実現するためには、合わせ込みが必要となるが、例えば、前記停止時制御の実行中における前記出力軸の回転数の減速度を求める減速度演算手段と、前記求められた減速度の大小により学習値を増減し、記憶する学習手段と、前記停止時制御実行手段の前記停止時制御における前記所定範囲を、前記記憶された学習値に基づいて決定する減速度範囲決定手段とを設ければ、減速度の範囲を学習することができるので、良好な制御を実現することができる。

【0021】更に、停止時制御の他の構成例としては、回転数検出手段により検出される前記出力軸の回転数が所定の経路で所定値となるよう前記第1の電動機を駆動する制御を考えることができる。ここで、所定の経路と

は、原動機への燃料供給を停止したときからの時間に対する原動機の出力軸の回転数の推移をいう。

【0022】こうした動力出力装置によれば、原動機の運転停止の指示がなされたときに、原動機の出力軸の回転数を所望の経路で所定値にすることができる。したがって、所定の経路を短時間で原動機の出力軸の回転数が所定値となるものとすれば、素早く原動機の回転軸の回転数を所定値とすることができ、所定の経路を比較的時間をかけて所定値にするものとすれば、原動機の回転軸の回転数を緩やかに所定値とすることができる。さらに、所定値を値0とすれば、原動機の出力軸の回転を素早く或いは緩やかに止めることができる。

【0023】この動力出力装置において、停止時制御として、前記回転数検出手段により検出される前記出力軸の回転数が所定値となるまで、前記3軸式動力入出力手段を介して該出力軸の回転方向とは逆向きのトルクを該出力軸に付加するよう前記第1の電動機を駆動する制御を行なうものとすることもできる。こうすれば、より素早く原動機の出力軸の回転数を所定値にすることができる。したがって、原動機の運転停止の指示がなされたときの原動機の出力軸の回転数と所定値との間にねじり振動の共振領域がある場合、この領域を素早く通過することができ、共振現象を防止することができる。

【0024】また、この動力出力装置において、停止時制御の一部として、前記回転数検出手段により検出される前記出力軸の回転数が前記所定値以下の値として設定された判定値以下となったとき、前記3軸式動力入出力手段を介して該出力軸の回転方向に作用する所定トルクを該出力軸に付加するよう前記第1の電動機を駆動する制御を行なうものとすることもできる。こうすれば、出力軸の回転を停止する際に生じ得るアンダーシュートを抑制し、その際に生じ得る振動を低減することができる。

【0025】ここで、判定値の求め方としては、種々の方法が取り得るが、例えば、停止時制御の実行中における前記出力軸の回転数の減速度を求め、減速度の絶対値が大きいほど、判定値を大きな値に設定するものとしても良い。減速度が大きいほど判定値を大きくしておくことで、出力軸の回転数がアンダーシュートすることを未然に防止することができる。また、停止時制御の実行中において前記駆動軸に加わる制動力の大きさを判定し、この制動力が大きいと判定された場合には、判定値を大きな値に設定するものとすることもできる。制動力が加わっている場合には、原動機を止める力も大きいと見なせるので、判定値を大きくすることにより、回転数のアンダーシュートを防止することができる。

【0026】さらに、本発明の動力出力装置において、前記停止時制御手段は、前記回転軸に入出力される動力が値0となるよう前記第1の電動機を駆動制御する手段

動機による電力の消費がないから、装置全体のエネルギー効率を向上させることができる。また、第1の電動機により強制的に原動機の出力軸の運転状態を変更することがないから、原動機の運転停止に伴うトルクショックを低減することができる。なお、原動機と第1の電動機は、それぞれで消費されるエネルギー（例えば、摩擦仕事等）の和が最小となる運転状態で落ち着く。

【0027】あるいは、本発明の動力出力装置において、前記所定値を、出力軸と三軸式動力入出力手段とを含む系のねじり振動の共振領域を下回る回転数としてお

ければ、ねじり共振の防止を確実に行なうことができる。

【0028】更に、原動機の運転停止の指示が、前記駆動軸への動力の入出力を継続した状態でなされたとき、前記第2の電動機を駆動して、前記駆動軸への動力の入出力を継続するものとすることもできる。こうすれば、駆動軸への動力の入出力を継続している最中に原動機の運転を停止することができる。しかも、駆動軸への動力の入出力は、第2の電動機により行なうことができる。

【0029】次に、本願発明の原動機制御装置の概要について説明する。本願発明の原動機制御装置は、燃料の燃焼により動力を出力する原動機と、該原動機の出力軸にダンパを介して接続された電動機とを備え、該原動機の運転・停止を制御可能な原動機制御装置であって、前記原動機の運転を停止すべき条件が整った時、該原動機への燃料供給を停止する燃料停止手段と、該原動機への燃料供給の停止に伴って、前記出力軸にトルクを付加し、該出力軸の回転減速度を所定範囲に制御して前記原動機を停止する停止時制御を実行する停止時制御実行手段とを備えたことを要旨としている。

【0030】また、この原動機制御方法に対応した原動機の制御方法は、燃料の燃焼により動力を出力する原動機であり、該原動機の出力軸にダンパを介して接続された電動機を備えた原動機の停止を制御する方法であって、前記原動機の運転を停止すべき条件が整った時、該原動機への燃料供給を停止し、該原動機への燃料供給の停止に伴って、前記出力軸にトルクを付加し、該出力軸の回転減速度を所定範囲に制御して前記原動機を停止する停止時制御を実行することを要旨としている。

【0031】この原動機制御装置および原動機の制御方法は、出力軸にダンパを介して電動機が接続された原動機の停止を制御するものであり、電動機がダンパを介して接続された原動機の出力軸に生じ得るねじり共振を低減することができる。即ち、この原動機制御装置および原動機の制御方法では、原動機の運転を停止すべき条件が整ったとき、原動機への燃料の供給を停止し、これに伴って原動機の出力軸にトルクを付加し、出力軸の回転減速度を所定範囲に制限して原動機を停止する。出力軸のねじり共振は、所定の減速度で生じ易いから、出力軸の回転減速度を所定範囲に制限することにより、ねじり

共振は低減される。

【0032】かかる構成において、出力軸の回転減速度を所定範囲に制限する停止時制御には様々なバリエーションが考えられる。例えば、原動機の停止時に電動機が出力軸に付加するトルクの経過時間に沿った目標値を、原動機の停止時の振る舞いに基づいて予め定める目標トルク記憶手段を備えると共に、停止時制御実行手段が、停止時制御として、原動機の停止後の経過時間に沿って前記目標値に応じたトルクを出力軸に付加するよう電動機を駆動する制御を行なう手段を備えるものとする

ことができる。この制御は、いわゆる開ループ制御であり、原動機の停止時に電動機が出力軸に付加するトルクの目標値を時間軸に沿って予め設定しておくのである。

【0033】この場合には、出力軸の回転数を用いたフィードバック制御を行なわないので、出力軸に付加するトルクが外乱により変動することがない。また、出力軸の回転数が目標回転数（停止の場合は通常値0）から大きく隔たっている場合でも、回転数差に基づくフィードバック制御を行なわないから、過大なトルクを出力軸に付加して無用な電力を消費してしまうことがない。

【0034】かかる開ループ制御では、フィードバック制御を作用していないことから、最適な制御を実現するためには、合わせ込みが必要となるが、例えば、前記停止時制御の実行中における前記出力軸の回転数の減速度を求める減速度演算手段と、前記求められた減速度の大小により学習値を増減し、記憶する学習手段と、前記停止時制御実行手段の前記停止時制御における前記所定範囲を、前記記憶された学習値に基づいて決定する減速度範囲決定手段とを備えた構成にすれば、減速度の範囲を学習することができるので、良好な制御を実現することができる。

【0035】更に、停止時制御の他の構成例としては、回転数検出手段により検出される出力軸の回転数が所定の経路で所定値となるよう電動機を駆動する制御を考慮することができる。ここで、所定の経路とは、原動機への燃料供給を停止したときからの時間に対する原動機の出力軸の回転数の推移をいう。

【0036】こうした原動機制御装置によれば、原動機の運転停止の指示がなされたときに、原動機の出力軸の回転数を所望の経路で所定値にすることができる。したがって、所定の経路を短時間で原動機の出力軸の回転数が所定値となるものとするれば、素早く原動機の回転軸の回転数を所定値とすることができ、所定の経路を比較的時間をかけて所定値にするものとするれば、原動機の回転軸の回転数を緩やかに所定値とすることができる。いずれの場合も出力軸のねじり共振領域を避けるよう減速度の範囲を制限すれば、出力軸にねじり共振が生じること

もない。

【0037】更に、停止時制御として、検出された出力

軸の回転数が所定値となるまで、出力軸の回転方向とは逆向きのトルクを、出力軸に付加するよう電動機を駆動する制御を行なうものとする。この場合には、より素早く原動機の出力軸の回転数を所定値にすることができる。したがって、原動機の運転停止の指示がなされたときの原動機の出力軸の回転数と所定値との間にねじり振動の共振領域がある場合、この領域を素早く通過することができ、共振現象を防止することができる。

【0038】また、この原動機制御装置において、停止時制御の一部として、出力軸の回転数が所定値以下の値として設定された判定値以下となったとき、出力軸の回転方向に作用する所定のトルクを、出力軸に付加するよう電動機を駆動する制御を行なうことも可能である。こうすれば、出力軸の回転を停止する際に生じ得るアンダーシュートを抑制し、その際に生じ得る振動を低減することができる。

【0039】ここで、判定値の求め方としては、種々の方法が取り得るが、例えば、停止時制御の実行中における出力軸の回転数の減速度の絶対値が大きいほど、判定値を大きな値に設定するものとしても良い。減速度が大きいほど判定値を大きくしておくことで、出力軸の回転数がアンダーシュートすることを未然に防止することができる。

【0040】なお、所定値を、出力軸と電動機の回転子とを含む系のねじり振動の共振領域を下回る回転数としておけば、ねじり共振の発生を確実に抑制することができる。

【0041】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を実施例に基づいて説明する。図1は本発明の一実施例としてのエンジン制御装置を含む動力出力装置110の概略構成を示す構成図、図2は実施例の動力出力装置110の詳細構成を示す説明図、図3は実施例の動力出力装置110を組み込んだ車両の概略構成を示す構成図である。説明の都合上、まず図3を用いて、車両全体の構成から説明する。

【0042】図3に示すように、この車両は、ガソリンを燃料として動力を出力するエンジン150を備える。このエンジン150は、吸気系からスロットルバルブ166を介して吸入した空気と燃料噴射弁151から噴射されたガソリンとの混合気を燃焼室152に吸入し、この混合気の爆発により押し下げられるピストン154の運動をクランクシャフト156の回転運動に変換する。ここで、スロットルバルブ166はアクチュエータ168により開閉駆動される。点火プラグ162は、イグナイタ158からディストリビュータ160を介して導かれた高電圧によって電気火花を形成し、混合気はその電気火花によって点火されて爆発燃焼する。

【0043】このエンジン150の運転は、電子制御ユ

ニット（以下、EFIECUと呼ぶ）170により制御されている。EFIECU170には、エンジン150の運転状態を示す種々のセンサが接続されている。例えば、スロットルバルブ166の開度（ポジション）を検出するスロットルバルブポジションセンサ167、エンジン150の負荷を検出する吸気管負圧センサ172、エンジン150の水温を検出する水温センサ174、ディストリビュータ160に設けられクランクシャフト156の回転数と回転角度を検出する回転数センサ176及び回転角度センサ178などである。なお、EFIECU170には、この他、例えばイグニッションキーの状態STを検出するスタータスイッチ179なども接続されているが、その他のセンサ、スイッチなどの図示は省略した。

【0044】エンジン150のクランクシャフト156は、クランクシャフト156に生じるねじり振動の振幅を抑制するダンパ157を介して後述するプラネタリギヤ120やモータMG1、モータMG2に結合されており、更に駆動軸112を回転軸とする動力伝達ギヤ111を介してディファレンシャルギヤ114に結合されている。したがって、動力出力装置110から出力された動力は、最終的に左右の駆動輪116、118に伝達される。モータMG1およびモータMG2は、制御装置180に電気的に接続されており、この制御装置180によって駆動制御される。制御装置180の構成は後で詳述するが、内部には制御CPUが備えられており、シフトレバー182に設けられたシフトポジションセンサ184やアクセルペダル164に設けられたアクセルペダルポジションセンサ164a、ブレーキペダル165に設けられたブレーキペダルポジションセンサ165aなども接続されている。また、制御装置180は、上述したEFIECU170と通信により、種々の情報をやり取りしている。これらの情報のやり取りを含む制御については、後述する。

【0045】図1に示すように、実施例の動力出力装置110は、大きくは、エンジン150、エンジン150のクランクシャフト156とキャリア軸127とを接続しクランクシャフト156のねじり振動の振幅を抑制するダンパ157、キャリア軸127にプラネタリギヤ124が結合されたプラネタリギヤ120、プラネタリギヤ120のサンギヤ121に結合されたモータMG1、プラネタリギヤ120のリングギヤ122に結合されたモータMG2およびモータMG1、MG2を駆動制御する制御装置180から構成されている。

【0046】プラネタリギヤ120およびモータMG1、MG2の構成について、図2により説明する。プラネタリギヤ120は、キャリア軸127に軸中心を貫通された中空のサンギヤ軸125に結合されたサンギヤ121と、キャリア軸127と同軸のリングギヤ軸126に結合されたリングギヤ122と、サンギヤ121とリ

リングギヤ122との間に配置されサンギヤ121の外周を自転しながら公転する複数のプラネタリピニオンギヤ123と、キャリア軸127の端部に結合され各プラネタリピニオンギヤ123の回転軸を軸支するプラネタリキャリア124とから構成されている。このプラネタリギヤ120では、サンギヤ121、リングギヤ122およびプラネタリキャリア124にそれぞれ結合されたサンギヤ軸125、リングギヤ軸126およびキャリア軸127の3軸が動力の入出力軸とされ、3軸のうちいずれか2軸へ入出力される動力が決定されると、残余の1軸に入出力される動力は決定された2軸へ入出力される動力に基づいて定まる。このプラネタリギヤ120の3軸への動力の入出力についての詳細は後述する。なお、サンギヤ軸125、リングギヤ軸126およびキャリア軸127には、それぞれその回転角度 θ_s 、 θ_r 、 θ_c を検出するレゾルバ139、149、159が設けられている。

【0047】リングギヤ122には、動力の取り出し用の動力取出ギヤ128が結合されている。この動力取出ギヤ128は、チェーンベルト129により動力伝達ギヤ111に接続されており、動力取出ギヤ128と動力伝達ギヤ111との間で動力の伝達がなされる。

【0048】モータMG1は、同期電動発電機として構成され、外周面に複数個の永久磁石135を有するロータ132と、回転磁界を形成する三相コイル134が巻回されたステータ133とを備える。ロータ132は、プラネタリギヤ120のサンギヤ121に結合されたサンギヤ軸125に結合されている。ステータ133は、無方向性電磁鋼板の薄板を積層して形成されており、ケース119に固定されている。このモータMG1は、永久磁石135による磁界と三相コイル134によって形成される磁界との相互作用によりロータ132を回転駆動する電動機として動作し、永久磁石135による磁界とロータ132の回転との相互作用により三相コイル134の両端に起電力を生じさせる発電機として動作する。

【0049】モータMG2も、モータMG1と同様に同期電動発電機として構成され、外周面に複数個の永久磁石145を有するロータ142と、回転磁界を形成する三相コイル144が巻回されたステータ143とを備える。ロータ142は、プラネタリギヤ120のリングギヤ122に結合されたリングギヤ軸126に結合されており、ステータ143はケース119に固定されている。モータMG2のステータ143も無方向性電磁鋼板の薄板を積層して形成されている。このモータMG2もモータMG1と同様に、電動機あるいは発電機として動作する。

【0050】次に、モータMG1、MG2を駆動制御する制御装置180について説明する。図1に示すように、制御装置180は、モータMG1を駆動する第1の

駆動回路191、モータMG2を駆動する第2の駆動回路192、両駆動回路191、192を制御する制御CPU190、二次電池であるバッテリー194から構成されている。制御CPU190は、1チップマイクロプロセッサであり、内部に、ワーク用のRAM190a、処理プログラムを記憶したROM190b、入出力ポート（図示せず）およびEFIECU170と通信を行なうシリアル通信ポート（図示せず）を備える。この制御CPU190には、レゾルバ139からのサンギヤ軸125の回転角度 θ_s 、レゾルバ149からのリングギヤ軸126の回転角度 θ_r 、レゾルバ159からのキャリア軸127の回転角度 θ_c 、アクセルペダルポジションセンサ164aからのアクセルペダルポジション（アクセルペダルの踏み量）AP、ブレーキペダルポジションセンサ165aからのブレーキペダルポジション（ブレーキペダルの踏み量）BP、シフトポジションセンサ184からのシフトポジションSP、第1の駆動回路191に設けられた2つの電流検出器195、196からの電流値 I_{u1} 、 I_{v1} 、第2の駆動回路192に設けられた2つの電流検出器197、198からの電流値 I_{u2} 、 I_{v2} 、バッテリー194の残容量を検出する残容量検出器199からの残容量BRMなどが、入力ポートを介して入力されている。なお、残容量検出器199は、バッテリー194の電解液の比重またはバッテリー194の全体の重量を測定して残容量を検出するものや、充電・放電の電流値と時間を演算して残容量を検出するものや、バッテリーの端子間を瞬間的にショートさせて電流を流し内部抵抗を測ることにより残容量を検出するものなどが知られている。

【0051】また、制御CPU190からは、第1の駆動回路191に設けられたスイッチング素子である6個のトランジスタTr1ないしTr6を駆動する制御信号SW1と、第2の駆動回路192に設けられたスイッチング素子としての6個のトランジスタTr11ないしTr16を駆動する制御信号SW2とが出力されている。第1の駆動回路191内の6個のトランジスタTr1ないしTr6は、トランジスタインバータを構成しており、それぞれ、一対の電源ラインL1、L2に対してソース側とシンク側となるよう2個ずつペアで配置され、その接続点に、モータMG1の三相コイル(UVW)34の各々が接続されている。電源ラインL1、L2は、バッテリー194のプラス側とマイナス側に、それぞれ接続されているから、制御CPU190により対をなすトランジスタTr1ないしTr6のオン時間の割合を制御信号SW1により順次制御し、三相コイル134の各コイルに流れる電流を、PWM制御によって擬似的な正弦波にすると、三相コイル134により、回転磁界が形成される。

【0052】他方、第2の駆動回路192の6個のトランジスタTr11ないしTr16も、トランジスタイン

バータを構成しており、それぞれ、第1の駆動回路191と同様に配置されていて、対をなすトランジスタの接続点は、モータMG2の三相コイル144の各々に接続されている。したがって、制御CPU190により対をなすトランジスタTr11ないしTr16のオン時間を制御信号SW2により順次制御し、各コイル144に流れる電流を、PWM制御によって擬似的な正弦波にすると、三相コイル144により、回転磁界が形成される。

【0053】以上構成を説明した実施例の動力出力装置110の動作について説明する。なお、以下の説明で「動力」とは、軸に作用するトルクとその軸の回転数との積の形態で表わされ、単位時間あたりに出力されるエネルギーの大きさをいう。これに対し、「動力状態」とは、ある動力を与えるトルクおよび回転数の組み合わせによって定まる運転ポイントを示すものとする。従って、ある「動力」を与える「運転ポイント」は、トルクおよび回転数の組み合わせにより無数に存在することになる。なお、動力出力装置は、各瞬間ごとにおけるエネルギーのやりとり、言い換えれば単位時間当たりのエネルギー収支を基準として制御されるため、以下、「エネルギー」という用語は単位時間当たりのエネルギー、即ち「動力」と同義の用語として用いる。同様に、単位時間当たりの電気エネルギーを意味する「電力」と「電気エネルギー」も同義の用語として用いる。

【0054】実施例の動力出力装置110の動作原理、特にトルク変換の原理は以下の通りである。エンジン150を回転数Ne、トルクTeの運転ポイントP1で運転し、このエンジン150から出力されるエネルギーPeと同一のエネルギーであるが異なる回転数Nr、トルクTrの運転ポイントP2でリングギヤ軸126を運転する場合、すなわち、エンジン150から出力される動力をトルク変換してリングギヤ軸126に作用させる場合について考える。この時のエンジン150とリングギヤ軸126の回転数およびトルクの関係を図4に示す。

【0055】プラネタリギヤ120の3軸（サンギヤ軸125、リングギヤ軸126およびキャリア軸127における回転数やトルクの関係は、機構学の教えるところによれば、図5および図6に例示する共線図と呼ばれる図として表わすことができ、幾何学的に解くことができる。なお、プラネタリギヤ120における3軸の回転数やトルクの関係は、上述の共線図を用いなくても各軸のエネルギーを計算することなどにより数式的に解析することもできる。本実施例では説明の容易のため共線図を用いて説明する。

【0056】図5における縦軸は3軸の回転数軸であ

$$T_{es} = T_e \times \frac{\rho}{1+\rho}$$

$$T_{er} = T_e \times \frac{1}{1+\rho}$$

… (3)

り、横軸は3軸の座標軸の位置の比を表わす。すなわち、サンギヤ軸125とリングギヤ軸126の座標軸S、Rを両端にとったとき、キャリア軸127の座標軸Cは、軸Sと軸Rを1:ρに内分する軸として定められる。ここで、ρは、リングギヤ122の歯数に対するサンギヤ121の歯数の比であり、次式(1)で表わされる。

【0057】

$$\rho = \frac{\text{サンギヤの歯数}}{\text{リングギヤの歯数}} \quad \dots (1)$$

【0058】いま、エンジン150が回転数Neで運転されており、リングギヤ軸126が回転数Nrで運転されている場合を考えているから、エンジン150のクラクシャフト156が結合されているキャリア軸127の座標軸Cにエンジン150の回転数Neを、リングギヤ軸126の座標軸Rに回転数Nrをプロットすることができる。この両点を通る直線を描けば、この直線と座標軸Sとの交点で表わされる回転数としてサンギヤ軸125の回転数Nsを求めることができる。以下、この直線を動作共線と呼ぶ。なお、回転数Nsは、回転数Neと回転数Nrとを用いて比例計算式(次式(2))により求めることができる。このようにプラネタリギヤ120では、サンギヤ121、リングギヤ122およびプラネタリキャリア124のうちいずれか2つの回転を決定すると、残余の1つの回転は、決定した2つの回転に基づいて決定される。

【0059】

$$N_s = N_r - (N_r - N_e) \frac{1+\rho}{\rho} \quad \dots (2)$$

【0060】次に、描かれた動作共線に、エンジン150のトルクTeをキャリア軸127の座標軸Cを作用線として図中下から上に作用させる。このとき動作共線は、トルクに対してはベクトルとしての力を作用させたときの剛体として取り扱うことができるから、座標軸C上に作用させたトルクTeは、平行な2つの異なる作用線への力の分離の手法により、座標軸S上のトルクTesと座標軸R上のトルクTerとに分離することができる。このときトルクTesおよびTerの大きさは、次式(3)によって表わされる。

【0061】

【数3】

【0062】動作共線がこの状態で安定であるためには、動作共線の力の釣り合いをとればよい。すなわち、座標軸S上には、トルク T_{es} と大きさが同じで向きが反対のトルク T_{m1} を作用させ、座標軸R上には、リングギヤ軸126に出力するトルク T_r と同じ大きさで向きが反対のトルクとトルク T_{er} との合力に対し大きさが同じで向きが反対のトルク T_{m2} を作用させるのである。このトルク T_{m1} はモータMG1により、トルク T_{m2} はモータMG2により作用させることができる。このとき、モータMG1では回転の方向と逆向きにトルクを作用させるから、モータMG1は発電機として動作することになり、トルク T_{m1} と回転数 N_s との積で表わされる電気エネルギー P_{m1} をサンギヤ軸125から回生する。モータMG2では、回転の方向とトルクの方向とが同じであるから、モータMG2は電動機として動作し、トルク T_{m2} と回転数 N_r との積で表わされる電気エネルギー P_{m2} を動力としてリングギヤ軸126に出力する。

【0063】ここで、電気エネルギー P_{m1} と電気エネルギー P_{m2} とを等しくすれば、モータMG2で消費する電力のすべてをモータMG1により回生して賄うことができる。このためには、入力されたエネルギーのすべてを出力するものとすればよいから、エンジン150から出力されるエネルギー P_e とリングギヤ軸126に出力されるエネルギー P_r とを等しくすればよい。すなわち、トルク T_e と回転数 N_e との積で表わされるエネルギー P_e と、トルク T_r と回転数 N_r との積で表わされるエネルギー P_r とを等しくするのである。図4に照らせば、運転ポイントP1で運転されているエンジン150から出力されるトルク T_e と回転数 N_e とで表わされる動力を、トルク変換して、同一のエネルギーでトルク T_r と回転数 N_r とで表わされる動力としてリングギヤ軸126に出力するのである。前述したように、リングギヤ軸126に出力された動力は、動力取出ギヤ128および動力伝達ギヤ111により駆動軸112に伝達され、ディファレンシャルギヤ114を介して駆動輪116、118に伝達される。したがって、リングギヤ軸126に出力される動力と駆動輪116、118に伝達される動力とはリニアな関係が成立するから、駆動輪116、118に伝達される動力は、リングギヤ軸126に出力される動力を制御することにより制御することができる。

【0064】図5に示す共線図ではサンギヤ軸125の回転数 N_s は正であったが、エンジン150の回転数 N_e とリングギヤ軸126の回転数 N_r とによっては、図6に示す共線図のように負となる場合もある。このときには、モータMG1では、回転の方向とトルクの作用する方向とが同じになるから、モータMG1は電動機として動作し、トルク T_{m1} と回転数 N_s との積で表わされる電気エネルギー P_{m1} を消費する。一方、モータMG2では、回転の方向とトルクの作用する方向とが逆になる

から、モータMG2は発電機として動作し、トルク T_{m2} と回転数 N_r との積で表わされる電気エネルギー P_{m2} をリングギヤ軸126から回生することになる。この場合、モータMG1で消費する電気エネルギー P_{m1} とモータMG2で回生する電気エネルギー P_{m2} とを等しくすれば、モータMG1で消費する電気エネルギー P_{m1} をモータMG2で丁度賄うことができる。

【0065】以上、実施例の動力出力装置110における基本的なトルク変換について説明したが、実施例の動力出力装置110は、こうしたエンジン150から出力される動力のすべてをトルク変換してリングギヤ軸126に出力する動作の他に、エンジン150から出力される動力（トルク T_e と回転数 N_e との積）と、モータMG1により回生または消費される電気エネルギー P_{m1} と、モータMG2により消費または回生される電気エネルギー P_{m2} とを調節することにより、余剰の電気エネルギーを見い出してバッテリー194を充電する動作としたり、不足する電気エネルギーをバッテリー194に蓄えられた電力により補う動作など種々の動作とすることもできる。

【0066】なお、以上の動作原理では、プラネタリギヤ120やモータMG1、モータMG2、トランジスタ T_{r1} ないし T_{r16} などによる動力の変換効率を値1（100%）として説明した。実際には、値1未満であるから、エンジン150から出力されるエネルギー P_e をリングギヤ軸126に出力するエネルギー P_r より若干大きな値とするか、逆にリングギヤ軸126に出力するエネルギー P_r をエンジン150から出力されるエネルギー P_e より若干小さな値とする必要がある。例えば、エンジン150から出力されるエネルギー P_e を、リングギヤ軸126に出力されるエネルギー P_r に変換効率の逆数を乗じて算出される値とすればよい。また、モータMG2のトルク T_{m2} を、図5の共線図の状態ではモータMG1により回生される電力に両モータの効率を乗じたものから算出される値とし、図6の共線図の状態ではモータMG1により消費される電力を両モータの効率で割ったものから算出すればよい。なお、プラネタリギヤ120では機械摩擦などにより熱としてエネルギーを損失するが、その損失量は全体量からみれば極めて少なく、モータMG1、MG2に用いた同期電動機の効率は値1に極めて近い。また、トランジスタ T_{r1} ないし T_{r16} のオン抵抗もGTOなど極めて小さいものが知られている。したがって、動力の変換効率は値1に近いものとなるから、以下の説明でも、説明の容易のため、明示しない限り値1（100%）として取り扱う。

【0067】次に、こうしたトルク制御により走行状態にある車両において、走行状態のまま、エンジン150の運転を停止する際の移行制御について図7に例示するエンジン停止制御ルーチンに基づき説明する。本ルーチンは、運転者によってモータMG2のみによる運転モー

ドへの切り換えの指示があったとき、あるいは制御装置180の制御CPU190により実行される図示しない運転モード判定処理によりモータMG2のみによる運転モードが選択されたとき等により実行される。

【0068】エンジン停止制御ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まず、通信によりEFIECU170にエンジンの運転停止の信号を出力する(ステップS100)。エンジン150の運転停止信号を受信したEFIECU170は、燃料噴射弁151からの燃料噴射を停止すると共に点火プラグ162への電圧の印加を停止し、さらにスロットルバルブ166を全閉にする。こうした処理によりエンジン150の運転は停止される。

【0069】続いて、制御CPU190は、エンジン150の回転数Neを入力する処理を行なう(ステップS102)。エンジン150の回転数Neは、クランクシャフト156とダンパ157を介して結合されたキャリア軸127に設けられたレゾルバ159により検出されるキャリア軸127の回転角度θcから求めることができる。なお、エンジン150の回転数Neは、ディストリビュータ160に設けられた回転数センサ176によっても直接検出することもできる。この場合、制御CPU190は、回転数センサ176に接続されたEFIECU170から通信により回転数Neの情報を受け取ることになる。

【0070】エンジン150の回転数Neを入力すると、入力した回転数Neに基づいてタイムカウンタTCの初期値を設定する(ステップS104)。ここで、タイムカウンタTCは、後述するステップS108でエンジン150の目標回転数Ne*を設定するときに用いられ

$$Tm1* \leftarrow K1 (Ne* - Ne) + K2 \int (Ne* - Ne) dt \quad \text{【数4】}$$

【0073】続いて、リングギヤ軸126に出力すべきトルクの指令値Tr*とモータMG1のトルク指令値Tm1*とを用いて次式(5)によりモータMG2のトルク指令値Tm2*を設定する(ステップS114)。式(5)中の右辺第2項は、エンジン150の運転を停止した状態でモータMG1からトルク指令値Tm1*のトルクを出力した際にプラネタリギヤ120を介してリングギヤ軸126に作用するトルクであり、K3は比例定数である。K3は、共線図における動作共線の釣り合いの状態であれば値1であるが、エンジン150の運転停止の際の過渡時であるから、モータMG1から出力されるトルクのうちの一部がエンジン150とモータMG1とからなる慣性系の運動の変化に用いられるため、値1より小さな値となる。このトルクを正確に求めるには、上述の慣性系のモータMG1からみた慣性モーメントにサンギヤ軸125の角加速度を乗じて慣性系の運動の変化に用いられるトルク(慣性トルク)を求め、これをト

められる引数であり、ステップS106に示すように、繰り返しステップS106ないしS116の処理が実行される際にインクリメントされるものである。このタイムカウンタTCの初期値の設定は、タイムカウンタTCを引数としてエンジン150の目標回転数Ne*を設定する際のマップ、例えば、図8に示すマップを用いて行なわれる。図8に示すように、タイムカウンタTCの設定は、縦軸(目標回転数Ne*の軸)上に回転数Neを取り、これに対応するタイムカウンタTCの値を求めることにより行なわれる。

【0071】タイムカウンタTCを設定すると、設定したタイムカウンタTCをインクリメントし(ステップS106)、このインクリメントしたタイムカウンタTCと図8に示すマップとを用いてエンジン150の目標回転数Ne*を設定する(ステップS108)。目標回転数Ne*の設定では、横軸(タイムカウンタTCの軸)上にタイムカウンタTCを取り、これに対応する目標回転数Ne*を求めることにより行なわれる。なお、図8には、タイムカウンタTCの初期値に値1を加えた「TC+1」として目標回転数Ne*を求める様子を表示した。続いて、エンジン150の回転数Neを入力し(ステップS110)、入力した回転数Neと設定した目標回転数Ne*とを用いて次式(4)によりモータMG1のトルク指令値Tm1*を設定する(ステップS112)。ここで、式(4)中の右辺第1項は回転数Neの目標回転数Ne*からの偏差を打ち消す比例項であり、右辺第2項は定常偏差をなくす積分項である。なお、K1およびK2は比例定数である。

【0072】

$$Tm1* \leftarrow K1 (Ne* - Ne) + K2 \int (Ne* - Ne) dt \quad \text{【数4】}$$

ルク指令値Tm1*から減じたものをギヤ比ρで割ればよい。実施例では、本ルーチンにより設定されるトルク指令値Tm1*が比較的小さな値であることから、比例定数K3を用いて計算を簡略化した。なお、リングギヤ軸126に出力すべきトルクの指令値Tr*は、運転者によるアクセルペダル164の踏込量に基づいて図9に例示する要求トルク設定ルーチンに基づいて設定される。以下、このトルク指令値Tr*を設定する処理について簡単に説明する。

【0074】

【数5】

$$Tm2* \leftarrow Tr* - K3 \times \frac{Tm1*}{\rho} \quad \text{【数5】}$$

【0075】図9の要求トルク設定ルーチンは、所定時間毎(例えば、8msec)に繰り返し実行される。本ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU

190は、まず、リングギヤ軸126の回転数 N_r を読み込む処理を行なう(ステップS130)。リングギヤ軸126の回転数 N_r は、レゾルバ149により検出されるリングギヤ軸126の回転角度 θ_r から求めることができる。続いて、アクセルペダルポジションセンサ164aによって検出されるアクセルペダルポジションAPを入力する処理を行なう(ステップS132)。アクセルペダル164は運転者が出力トルクが足りないと感じたときに踏み込まれるものであるから、アクセルペダルポジションAPは、リングギヤ軸126延いては駆動輪116、118に出力すべきトルクに対応するものとなる。アクセルペダルポジションAPを読み込むと、読み込んだアクセルペダルポジションAPとリングギヤ軸126の回転数 N_r とに基づいてリングギヤ軸126に出力すべきトルクの目標値であるトルク指令値 T_r^* を導出する処理を行なう(ステップS134)。ここで、駆動輪116、118に出力すべきトルクを導出せずに、リングギヤ軸126に出力すべきトルクを導出するのは、リングギヤ軸126は動力取出ギヤ128、動力伝達ギヤ111およびディファレンシャルギヤ114を介して駆動輪116、118に機械的に結合されているから、リングギヤ軸126に出力すべきトルクを導出すれば、駆動輪116、118に出力すべきトルクを導出する結果となるからである。なお、実施例では、リングギヤ軸126の回転数 N_r とアクセルペダルポジションAPとトルク指令値 T_r^* との関係を示すマップを予めROM190bに記憶しておき、アクセルペダルポジションAPが読み込まれると、読み込まれたアクセルペダルポジションAPとリングギヤ軸126の回転数 N_r とROM190bに記憶したマップとに基づいてトルク指令値 T_r^* の値を導出するものとした。このマップの一例を図10に示す。

【0076】こうしてステップS112でモータMG1のトルク指令値 T_{m1}^* を設定し、ステップS114でモータMG2のトルク指令値 T_{m2}^* を設定すると、割込処理を利用して所定時間毎(例えば、4msec毎)に繰り返し実行される図11に例示するモータMG1の制御ルーチンや図12に例示するモータMG2の制御ルーチンにより、設定された指令値のトルクがモータMG1やモータMG2から出力されるようモータMG1やモータMG2が制御される。こうしたモータMG1の制御とモータMG2の制御については後述する。

【0077】次に、制御装置180の制御CPU190は、エンジン150の回転数 N_e と閾値 N_{ref} とを比較する(ステップS116)。ここで、閾値 N_{ref} は、モータMG2のみによる運転モードの処理においてエンジン150の目標回転数 N_{e^*} として設定される値の近傍の値として設定されるものである。実施例では、モータMG2のみによる運転モードの処理におけるエンジン150の目標回転数 N_{e^*} が値0に設定されている

から、閾値 N_{ref} は、値0の近傍の値として設定されている。なお、この値は、ダンパ157により結合されたクランクシャフト156とキャリア軸127とに結合されている系が共振現象を生じる回転数領域の下限值より小さな値である。したがって、エンジン150の回転数 N_e が閾値 N_{ref} より大きいときには、まだエンジン150の運転停止の過渡時にあり、共振現象を生じる回転数領域の下限值未満になっていないと判断して、ステップS106に戻り、ステップS106ないしS116の処理を繰り返し実行する。ステップS106ないしS116の処理を繰り返し実行すると、その都度、タイムカウンタTCがインクリメントされ、エンジン150の目標回転数 N_{e^*} が図8に示すマップに基づいてより小さな値として設定されるから、エンジン150の回転数 N_e は、図8に示すマップの目標回転数 N_{e^*} の勾配と同様な勾配で小さくなっていく。したがって、目標回転数 N_{e^*} の勾配を、エンジン150への燃料噴射の停止したときの回転数 N_e の自然な変化の勾配以上とすれば、エンジン150の回転数 N_e を速やかに小さくすることができ、回転数 N_e の自然な変化の勾配未満とすれば、エンジン150の回転数 N_e を緩やかに小さくすることができる。実施例では、上述の共振現象を生じる回転数領域を通過することを想定しているから、目標回転数 N_{e^*} の勾配は、回転数 N_e の自然な変化の勾配以上に設定されている。

【0078】一方、エンジン150の回転数 N_e が閾値 N_{ref} 以下になると、モータMG1のトルク指令値 T_{m1}^* にキャンセルトルク T_c を設定すると共に(ステップS118)、上式(6)によりモータMG2のトルク指令値 T_{m2}^* を設定し(ステップS120)、所定時間経過するのを待つ(ステップS122)。ここで、キャンセルトルク T_c は、エンジン150の回転数 N_e が負の値となるいわゆるアンダーシュートするのを防止するためのトルクである。なお、PI制御を受けるモータMG1により積極的にエンジン150の運転を停止する際にエンジン150の回転数 N_e がアンダーシュートする理由については上述した。

【0079】モータMG1からキャンセルトルク T_c を出力した状態で所定時間経過すると、モータMG1のトルク指令値 T_{m1}^* に値0を設定すると共に(ステップS124)、モータMG2のトルク指令値 T_{m2}^* にトルク指令値 T_r^* を設定し(ステップS126)、本ルーチンを終了して、図示しないモータMG2のみによる運転モードの処理を実行する。

【0080】次に、モータMG1の制御について図11に例示するモータMG1の制御ルーチンに基づいて説明する。本ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まず、サンギヤ軸125の回転角度 θ_s をレゾルバ139から入力する処理を行ない(ステップS180)、モータMG1の電気角 θ_1 をサンギヤ

軸125の回転角度 θ_s から求める処理を行なう(ステップS181)。実施例では、モータMG1として4極対の同期電動機を用いているから、 $\theta_1 = 4\theta_s$ を演算することになる。続いて、電流検出器195、196により、モータMG1の三相コイル134のU相とV相に流れている電流 I_{u1} 、 I_{v1} を検出する処理を行なう(ステップS182)。電流はU、V、Wの三相に流れているが、その総和はゼロなので、二つの相に流れる電流を測定すれば足りる。こうして得られた三相の電流を用いて座標変換(三相-二相変換)を行なう(ステップ*10

$$\begin{bmatrix} I_{d1} \\ I_{q1} \end{bmatrix} = \sqrt{2} \begin{bmatrix} -\sin(\theta_s - 120) & \sin\theta_s \\ -\cos(\theta_s - 120) & \cos\theta_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{u1} \\ I_{v1} \end{bmatrix} \quad \dots (6)$$

【0082】次に、2軸の電流値に変換した後、モータMG1におけるトルク指令値 T_{m1} *から求められる各軸の電流指令値 I_{d1} *、 I_{q1} *と実際各軸に流れた電流 I_{d1} 、 I_{q1} と偏差を求め、各軸の電圧指令値 V_{d1} 、 V_{q1} を求める処理を行なう(ステップS186)。すなわち、以下の式(7)の演算を行なうのである。ここで、 K_{p1} 、 K_{p2} 、 K_{i1} 、 K_{i2} は、各々係数である。これらの係数は、適用するモータの特性に適合するよう調整される。なお、電圧指令値 V_{d1} 、 V_{q1} は、電流指令値 I *との偏差 ΔI に比例する部分(式(7)第1式右辺第1項)と偏差 ΔI の i 回分の過去の累積分(同右辺第2項)とから求められる。

【0083】

$$\begin{bmatrix} V_{u1} \\ V_{v1} \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos\theta_s & -\sin\theta_s \\ \cos(\theta_s - 120) & -\sin(\theta_s - 120) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{d1} \\ V_{q1} \end{bmatrix} \quad \dots (8)$$

$$V_{w1} = -V_{u1} - V_{v1}$$

【0086】実際の電圧制御は、第1の駆動回路191のトランジスタ $Tr1$ ないし $Tr6$ のオンオフ時間によりなされるから、式(8)によって求めた各電圧指令値となるよう各トランジスタ $Tr1$ ないし $Tr6$ のオン時間をPWM制御する(ステップS199)。

【0087】ここで、モータMG1のトルク指令値 T_{m1} *の符号を図5や図6の共線図におけるトルク T_{m1} の向きを正とすれば、同じ正の値のトルク指令値 T_{m1} *が設定されても、図5の共線図の状態のようにトルク指令値 T_{m1} *の作用する向きとサンギヤ軸125の回転の向きとが異なるときには回生制御がなされ、図6の共線図の状態のように同じ向きるときには力行制御がなされる。しかし、モータMG1の力行制御と回生制御は、トルク指令値 T_{m1} *が正であれば、ロータ132の外周面に取り付けられた永久磁石135と三相コイル134に流れる電流により生じる回転磁界とにより正のトルクがサンギヤ軸125に作用するよう第1の駆動回

*S184)。座標変換は、永久磁石型の同期電動機の d 軸、 q 軸の電流値に変換することであり、次式(6)を演算することにより行なわれる。ここで座標変換を行なうのは、永久磁石型の同期電動機においては、 d 軸および q 軸の電流が、トルクを制御する上で本質的な量だからである。もとより、三相のまま制御することも可能である。

【0081】

【数6】

※【数7】

$$V_{d1} = K_{p1} \cdot \Delta I_{d1} + \sum K_{i1} \cdot \Delta I_{d1}$$

$$V_{q1} = K_{p2} \cdot \Delta I_{q1} + \sum K_{i2} \cdot \Delta I_{q1} \quad \dots (7)$$

【0084】その後、こうして求めた電圧指令値をステップS184で行なった変換の逆変換に相当する座標変換(二相-三相変換)を行ない(ステップS188)、実際に三相コイル134に印加する電圧 V_{u1} 、 V_{v1} 、 V_{w1} を求める処理を行なう。各電圧は、次式(8)により求める。

【0085】

【数8】

路191のトランジスタ $Tr1$ ないし $Tr6$ を制御するものであるから、同一のスイッチング制御となる。すなわち、トルク指令値 T_{m1} *の符号が同じであれば、モータMG1の制御が回生制御であっても力行制御であっても同じスイッチング制御となる。したがって、図11のモータMG1の制御ルーチンで回生制御と力行制御のいずれも行なうことができる。また、トルク指令値 T_{m1} *が負のときには、ステップS180で読み込むサンギヤ軸125の回転角度 θ_s の変化の方向が逆になるだけであるから、このときの制御も図11のモータMG1の制御ルーチンにより行なうことができる。

【0088】次に、モータMG2の制御について図12に例示するモータMG2の制御ルーチンに基づき説明する。モータMG2の制御処理は、モータMG1の制御処理のうちトルク指令値 T_{m1} *とサンギヤ軸125の回転角度 θ_s に代えてトルク指令値 T_{m2} *とリングギヤ軸126の回転角度 θ_r とを用いる点を除き、モータM

G1の制御処理と全く同一である。すなわち、リングギヤ軸126の回転角度 θ_r をレゾルバ149を用いて検出すると共に(ステップS190)、検出した回転角度 θ_r からモータMG2の電気角 θ_2 を算出し(ステップS191)、続いてモータMG2の各相電流を電流検出器197、198を用いて検出し(ステップS192)、その後、座標変換(ステップS194)および電圧指令値 V_d2 、 V_q2 の演算を行ない(ステップS196)、更に電圧指令値の逆座標変換(ステップS198)を行なって、モータMG2の第2の駆動回路192のトランジスタ $Tr11$ ないし $Tr16$ のオンオフ制御時間を求め、PWM制御を行なう(ステップS199)。

【0089】ここで、モータMG2もトルク指令値 T_m2^* の向きとリングギヤ軸126の回転の向きとにより力行制御されたり回生制御されたりするが、モータMG1と同様に、力行制御も回生制御も共に図12のモータMG2の制御処理で行なうことができる。なお、実施例では、モータMG2のトルク指令値 T_m2^* の符号は、図5の共線図の状態のときのトルク T_m2 の向きを正とした。

【0090】次に、こうしたエンジン150の停止制御の際のエンジン150の回転数 N_e やモータMG1のトルク T_m1 などの変化の様子を図13ないし図15に例示する共線図と図16に例示する説明図とを用いて説明する。図13は図7のエンジン停止制御ルーチンが始めて実行されたときの共線図であり、図14はエンジン停止制御ルーチンのステップS106ないしS116の処理が何回か繰り返して実行されたときの共線図であり、図15はエンジン150の回転数 N_e が閾値 N_{ref} 以下になったときの共線図である。実施例では、図8のマップにおける目標回転数 N_e^* の勾配が回転数 N_e の自然な変化の勾配以上に設定されているから、図13および図14に示すように、モータMG1から出力されるトルク T_m1 は、エンジン150の回転数 N_e を強制的に小さくする方向に作用する。したがって、モータMG1は、エンジン停止制御ルーチンが始めて実行されたときには、トルク T_m1 はサンギヤ軸125の回転方向と逆向きとなるから、発電機として動作し、その後、図14に示すように、サンギヤ軸125の回転数 N_s が負の値となるから、電動機として動作することになる。このとき、モータMG1はエンジン150の回転数 N_e と目標回転数 N_e^* とに基づいてPI制御されるから、図16に示すように、エンジン150の回転数 N_e は、目標回転数 N_e^* に若干遅れて変化する。なお、エンジン150の運転停止の指示が出力される前の状態におけるエンジン150の回転数 N_e とリングギヤ軸126の回転数 N_r によっては、図6を用いて説明したようにサンギヤ軸125の回転数 N_s が負の値となることもあるから、図14の共線図が、エンジン停止制御ルーチンが始めて

実行されたときの共線図となる場合もある。この場合、モータMG1は、はじめから電動機として動作することになる。

【0091】こうした図13および図14の共線図の状態では、エンジン150への燃料供給は停止されているため、エンジン150からのトルクの出力はない。しかし、モータMG1からエンジン150の回転数 N_e を強制的に小さくするトルク T_m1 が出力されるため、その抗力としてのトルク T_{sc} がキャリア軸127に作用することになる。一方、リングギヤ軸126には、モータMG2から出力されるトルク T_m2 と、モータMG1から出力されるトルク T_m1 に伴ってプラネタリギヤ120を介してリングギヤ軸126に出力されるトルク T_{sr} が作用する。このリングギヤ軸126に作用するトルク T_{sr} は、前述したように、エンジン150とモータMG1とからなる慣性系の運動の変化と動作共線の釣り合いから求めることができるが、式(5)の右辺第2項と同程度である。したがって、リングギヤ軸126には、略トルク指令値 T_r^* のトルクが出力されることになる。

【0092】図7のエンジン停止制御ルーチンのステップS116で、エンジン150の回転数 N_e が閾値 N_{ref} 以下になると、モータMG1からキャンセルトルク T_c が出力されるから、エンジン150の回転数 N_e は図16の破線に示すアンダースhootをすることなく停止し、モータMG2のみによる運転モードの処理へ滑らかに移行する。実施例では、このモータMG2のみによる運転モードのときには、モータMG1のトルク指令値 T_m1^* を値0としている。このため、動作共線は、エンジン150を空回りさせるのに必要なエネルギーとモータMG1を空回りさせるのに必要なエネルギーの和の最も小さい状態に落ち着く。実施例では、エンジン150はガソリンエンジンを用いているから、エンジン150を空回りさせるのに必要なエネルギー、すなわち、エンジン150のピストンの摩擦や圧縮等に要するエネルギーは、モータMG1のロータ132を空回りさせるのに必要なエネルギーよりも大きくなる。したがって、動作共線は、図15の共線図に示すように、エンジン150が停止し、モータMG1が空回りする状態となる。なお、図15の共線図には、モータMG1から出力されるキャンセルトルク T_c も記載した。

【0093】以上説明した実施例の動力出力装置110によれば、エンジン150の運転停止の指示があつてから、エンジン150の回転数 N_e を素早く値0にすることができる。したがって、エンジン150とモータMG1とを慣性マスとしたねじり振動の共振現象を生じる領域の回転数をすばやく通過することができる。この結果、ねじり振動の振幅を抑制するダンパ157を簡易な構成のものとすることができる。

【0094】また、実施例の動力出力装置110によれ

ば、エンジン150の回転数 N_e が値0になる直前に、エンジン150の回転数 N_e が増加する方向のキャンセルトルク T_c をモータMG1から出力するから、エンジン150の回転数 N_e のアンダーシュートを抑止することができる。この結果、アンダーシュートによって生じ得る振動や異音などの発生を防止することができる。

【0095】実施例の動力出力装置110では、目標回転数 N_{e*} の勾配がエンジン150の回転数 N_e の自然な変化より大きなマップ（図8のマップ）を用い、エンジン150の回転数 N_e を強制的に小さくするトルク T_{m1} をモータMG1から出力するようにしたが、図8のマップに代えて目標回転数 N_{e*} の勾配がエンジン150の回転数 N_e の自然な変化より小さなマップを用い、エンジン150の回転数 N_e が緩やかに変化するようにしてもよい。こうすれば、エンジン150の回転数 N_e を緩やかに変化させることができる。

【0096】また、図8のマップに代えて目標回転数 N_{e*} の勾配がエンジン150の回転数 N_e の自然な変化と同じとなるマップを用い、エンジン150の回転数 N_e が自然に変化するようにしてもよい。この場合、エンジン150の運転を停止すると共に、モータMG1のトルク指令値 T_{m1*} に値0を設定すればよい。この場合のエンジン停止制御ルーチンを図17に例示する。このルーチンでは、モータMG1のトルク指令値 T_{m1*} に値0を設定すると共に（ステップS202）、モータMG2のトルク指令値 T_{m2*} にはトルク指令値 T_r* を設定する（ステップS210）。このため、モータMG1からは何らトルクは出力されないことになるから、エンジン150やモータMG1の運動エネルギーをエンジン150のピストンの摩擦や圧縮等で消費しながら、エンジン150を空回りさせるのに必要なエネルギーとモータMG1を空回りさせるのに必要なエネルギーの和の最も小さい状態（図15の共線図の状態）に向けて変化していくことになる。このように、モータMG1から何らトルクを出力しないものとすれば、モータMG1により電力を消費しないから、装置全体のエネルギー効率を向上させることができる。なお、図17のエンジン停止制御ルーチンは、このままモータMG2のみによる運転モードの処理となり得る。

【0097】実施例の動力出力装置110では、モータMG2のみによる運転モードにおけるエンジン150の目標回転数 N_{e*} を値0とし、この値となるよう閾値 N_{ref} を値0またはその近傍の値としたが、モータMG2のみによる運転モードにおけるエンジン150の目標回転数 N_{e*} を値0以外の値とし、閾値 N_{ref} をその値またはその近傍の値としてもよい。例えば、エンジン150の目標回転数 N_{e*} をアイドル回転数の値とし、閾値 N_{ref} をアイドル回転数またはアイドル回転数の近傍の値とする場合などである。

【0098】実施例の動力出力装置110では、車両が

走行しているとき、即ちリングギヤ軸126が回転している状態のときに、エンジン150の運転を停止する際のエンジン150の回転数 N_e の制御について説明したが、車両が停止しているとき、即ちリングギヤ軸126が回転していない状態のときに、エンジン150の運転を停止する際のエンジン150の回転数 N_e の制御に適用してもよい。

【0099】実施例の動力出力装置110では、モータMG1のトルク指令値 T_{m1*} の設定処理とモータMG2のトルク指令値 T_{m2*} の設定処理とをエンジン停止制御ルーチンの処理としてしたが、モータMG1のトルク指令値 T_{m1*} の設定処理をモータMG1の制御の処理の一つとして行ない、モータMG2のトルク指令値 T_{m2*} の設定処理をモータMG2の制御の処理の一つとして行なうものとしてもよい。

【0100】実施例の動力出力装置110では、リングギヤ軸126に出力された動力をリングギヤ122に結合された動力取出ギヤ128を介してモータMG1とモータMG2との間から取り出したが、図18の変形例の動力出力装置110Aに示すように、リングギヤ軸126を延出してケース119から取り出すものとしてもよい。また、図19の変形例の動力出力装置110Bに示すように、エンジン150側からブラネタリギヤ120、モータMG2、モータMG1の順になるよう配置してもよい。この場合、サンギヤ軸125Bは中空でなくてもよく、リングギヤ軸126Bは中空軸とする必要がある。こうすれば、リングギヤ軸126Bに出力された動力をエンジン150とモータMG2との間から取り出すことができる。

【0101】次に、本発明の第2の実施例について説明する。第2実施は、第1実施例と略同一のハードウェア構成を備えるが、図20に示すように、第1実施例と比べて、エンジン150に開閉タイミング変更機構153を備える点で異なっている。また、制御装置180が実行する処理の内容も異なっている。まず、ハードウェア構成の相違について、図20を参照して説明する。

【0102】開閉タイミング変更機構153は、エンジン150の吸気弁150aの開閉タイミングを調整するものであり、その詳細な構成を図21に示す。通常、吸気バルブ150aは吸気カムシャフト240に取り付けられたカムにより開閉し、排気バルブ150bは排気カムシャフト244に取り付けられたカムにより開閉する機構となっている。吸気バルブ150aおよび排気バルブ150bがエンジン150の回転数に応じたタイミングで開閉し得る様、吸気カムシャフト240に結合された吸気カムシャフト・タイミング・ギヤ242と排気カムシャフト244に結合された排気カムシャフト・タイミング・ギヤ246はタイミングベルト248によりクランクシャフト156と連結されている。こうした通常の構成に加え、開閉タイミング変更機構153には、吸

気カムシャフト・タイミング・ギヤ242と吸気カムシャフト240とは、油圧で作動するVVTブリー250を介して結合されており、VVTブリー250には入力油圧の制御バルブであるOCV254が設けられている。VVTブリー250の内部はこの油圧により軸方向に移動可能な可動ピストン252の組み合わせで構成されている。なお、VVTブリー250に輸入される油圧はエンジンオイルポンプ256により供給される。

【0103】かかる開閉タイミング変更機構153の作動原理は次の通りである。EFI ECU170はエンジン150の運転状況に応じてバルブの開閉タイミングを決定し、OCV254の開閉を制御する制御信号を出力する。この結果、VVTブリー250に輸入される油圧が変化し、可変ピストン252が軸方向に移動する。可変ピストン252には軸に対し斜め方向に溝が刻んであるため、上記軸方向への移動に伴って可変ピストン252の回転も生じ、可変ピストン252に結合されている吸気カムシャフト240と吸気カムシャフト・タイミング・ギヤ242の取り付け角度を変化させる。こうして、吸気バルブ150aの開閉タイミングを変化させることができ、バルブオーバーラップを変化させることができる。なお、この例では上記VVTブリー250は吸気カムシャフト240側にのみ設けており、排気カムシャフト244には設けていないため、バルブオーバーラップは吸気バルブの開閉タイミングを制御することにより制御される。

【0104】次に、第2実施例における制御装置180の制御について説明する。図22は、第2実施例におけるエンジン停止時制御処理ルーチンを示すフローチャートである。このエンジン停止時制御処理ルーチンは、車輛の走行状態やバッテリー194の残容量SOCなどからエンジン150に求められる動力から見てエンジン150を停止するとの判断がなされ、EFI ECU170にその旨の指令を送り、エンジン150への燃料噴射が停止した後、8msec毎に割り込み処理により実行される。このルーチンが起動されると、まずモータMG1の現在の目標トルクSTGを、変数STGoidに設定する処理（ステップS300）、引き下げトルクSTGmnを設定する処理（ステップS305）、およびなまし処理の処理時間mntgを設定する処理（ステップS310）を行なう。ここで、引き下げトルクSTGmnは、図23に例示するように、リングギヤ軸126の回転数Nr、即ち車速に対応して予め設定された値である。実施例では、図23に示した関係を予めROM190b内に記憶しておき、リングギヤ軸126の回転数Nrに応じて、引き下げトルクSTGmnを設定するのである。引き下げトルクSTGmnとは、燃料噴射が停止されたエンジン150の回転数を引き下げるためにモータMG1が積極的にキャリア軸127、延いてはクラックシャ

フト156に付加するトルクである。また、なまし処理の処理時間mntgとは、後述する開ループ制御における回転数低減処理において、回転数を低減する割合を、演算上求められた値から、トルクショックの発生を防止するために緩和する処理における緩和の割合を設定する時間である。これは、図24に例示するように、リングギヤ軸126の回転数Nrに応じて小さな値に設定される。リングギヤ軸126の回転数Nrは、車速に対応していることから、車速が小さいほどなまし処理の処理時間mntgを大きな値にして、トルク指令値を低減する割合を緩和した方が、トルクショックの発生を防止できるからである。処理時間mntgの扱いについては、開ループ制御（ステップS350）において説明する。

【0105】これらの諸変数の設定を行なった後、次に、条件1が成立しているか否かの判断を行なう（ステップS320）。条件1とは、エンジン停止時制御に移行可能な条件が整ったか否かという判断であり、実施例では、エンジン150に対する燃料噴射の停止が指示されてから300msecが経過したかという条件判断である。燃料噴射の停止が指示されても、エンジン150の出力トルクが直ちに低下するとは限らないので、300msecの経過を待ち、エンジン150側の出力トルクが確実に失われるまで待つのである。なお、エンジン150は、この間に、EFI ECU170の指示を受けて、燃料カットに引き続き、開閉タイミング変更機構153を制御してバルブの開閉タイミングを最遅角側に設定する。なお、開閉タイミング変更機構153を最遅角側に設定するのは、次にエンジン150を起動する際の負荷を低減して、エンジン150をモータリングする際のショックをできるだけ小さくするためである。条件1が整っていなければ、それまで通り、エンジン150の実回転数と目標回転数との偏差に基づくPID制御を継続し、エンジン150の回転数を保持する（ステップS330）。

【0106】他方、条件1が成立しており、エンジンの停止時制御に入っても良いと判断した場合には、次に、エンジン150の回転数Neが所定値Nkn以上であるか否かの判断を行なう（ステップS340）。この判断に用いる所定値Nknは、エンジンの停止時制御が実行されたことにより、エンジン150の回転数Neが低下してきた場合、後述する開ループ制御を停止する条件であり、本実施例では、停車中では200rpm、走行中でブレーキオフなら250rpm、走行中でブレーキオンなら350rpmというように定めている。これらの回転数は、実際の制御において、エンジン150の回転数にアンダシュートが発生しないように制御可能な回転数として、実験的に定めた。

【0107】エンジン回転数Neが所定値Nknより大きいと判断された場合には、次に開ループ制御によりエンジン回転数を低減する処理を実行する（ステップS3

50)。この処理については、後で図25を用いて詳しく説明する。ここでは、エンジン停止時制御全体の理解を優先し、図22のエンジン停止時制御処理ルーチンの説明を続ける。開ループ制御によるエンジン回転数の低減処理を実行することで、エンジン150の回転数 N_e は、次第に低下する。エンジン150の回転数 N_e が低下し、所定値 N_{kn} を下回ると、次に現在の目標トルク STG がほぼ0となっているか否かの判断を行なう（ステップS360）。目標トルク STG がほぼ値0となっていなければ、エンジン150の回転数がアンダシュートするのを防止するための処理（ステップS370）を行なう。

【0108】これらのいずれの処理（ステップS330、S350～S370）の後も、上下限のガード処理（ステップS380）を行ない、その後、上記の処理で計算しガード処理を施した制御上の目標トルク $t_t g$ を新たな目標トルク STG として設定する処理（ステップS390）を行ない、本ルーチンを終了する。上下限のガード処理とは、演算した目標トルク $t_t g$ が、モータMG1の定格からはずれていたり、バッテリー194の残容量から見て可能なトルクを上回っていたりした場合に、これを定格以内あるいは可能なトルクの範囲に制限する処理である。

【0109】以上説明した処理を繰り返し実行することにより、大まかには、次のようにエンジン150の回転数は制御される。まず、エンジン150への燃料供給が停止されてから300msecが経過するまでは通常のPID制御によりエンジン回転数を目標回転数に保持する制御が行なわれ（ステップS320、S330）、300msecが経過すると、開ループ制御に切り替わり、モータMG1からエンジン150の出力軸であるクランクシャフト156等に回転方向とは逆方向にトルクを付加し、エンジン150の回転数を所定の減速度の範囲で低減する。この様子を図27の区間Aに示した。エンジン150の回転数 N_e が所定値 N_{kn} まで低下すると、開ループ制御を終了し、次にアンダシュート防止処理を実行する（ステップS320、S340、S360、S370）。ここでは、目標トルクの大きさは低減され、次第に値0に近づく。この様子を、図27区間Bに示した。

【0110】次に、ステップS350の開ループ制御の詳細について、図25を用いて説明する。開ループ制御処理ルーチンが起動されると、まず車輛が停車中か走行中かを判断する（ステップS351）。車輛が走行中であると判断されると、エンジン停止時制御で設定した制御開始時点での目標トルク STG_{old} と、引き下げトルク STG_{mn} とを用いて、なまし処理を行なって、仮の目標トルク $t_t g$ を求める処理を行なう（ステップS352）。この場合のなまし時間は、予め車速に応じて設定した処理時間 $nmtg$ を用いる（図22ステップS310および図24参照）。なまし処理とは、数学的に

は積分処理であるが、本実施例のように、所定のインターバルで実行される処理により実現する場合には、現在の値と目標値とに重み付け平均を取ることで実現されることが多い。本実施例では、処理時間 $nmtg$ 毎に、重み付け平均処理を行ない、その場合の現在値に付与する重み付け係数を、目標値に関する重み付け係数の $1/16$ 程度としている。エンジン150を開ループ制御により停止する処理に入った時点では、目標トルク STG は、それまでのPID制御（図22ステップS330）により所定値に保持されているから、なまし処理を行なうと言うことは、エンジン停止時制御に入った直後の目標トルクをいきなり引き下げトルク STG_{mn} にするのではなく、図23に基づいて設定した引き下げトルク STG_{mn} に向かって仮の目標トルク $t_t g$ の値を徐々に設定して行くことになる。なまし処理の処理時間 $nmtg$ は、車速が低いほど大きな値に設定されるから、車速が低いほど緩やかに、仮の目標トルク $t_t g$ は、引き下げトルク STG_{mn} に近づいて行くことになる。

【0111】他方、車輛が停車中であると判断された場合には（ステップS351）、車速によりなまし処理の時間を設定する必要はないから、処理時間を固定値（本実施例では128msec）とし、同様になまし処理を行なう（ステップS353）。但し、停車中のこの処理では、車速に応じて定める引き下げトルク STG_{mn} に代えて、固定的な引き下げトルクに目標トルクの学習値 $stgk$ を加えた値を用いる点で、走行中のなまし処理（ステップS352）と相違している。ステップS353では、現在の目標トルク STG_{old} と、 $(-14 + stgk) - STG_{old}$ との間でなまし処理を行なっている。走行中の場合には、エンジン150停止時のトルクショックは、さほど気にならないのに対して、停車中のエンジン150停止に起因するトルクショックは、体感されやすい。そこで、停車中の目標トルクの低減の挙動は、学習しておき、できる限りアンダシュートなしで、エンジン150を停止できるようにしているのである。学習値 $stgk$ の学習の方法については後述する。

【0112】かかる処理が所定のインターバルで繰り返し行なわれると、仮の目標トルク $t_t g$ はなまし処理の処理時間により定まる緩やかさにより、引き下げトルク STG_{mn} に近づいて行く。仮の目標トルク $t_t g$ が、引き下げトルク STG_{mn} に一致すると、その後は、モータMG1が出力するトルクは、ほぼ一定となる。

【0113】以上の走行中のなまし処理もしくは停車中のなまし処理を行なった後、次に条件2が成立しているか否かの判断を行なう（ステップS354）。条件2の判断とは、以下の条件が全て成立しているか否かの判断をいう。

①エンジン150の回転数 N_e が400rpm以下であり、

②停車中であり、

③学習値 $s t g k g$ をまだ更新していない ($X s t g \neq 1$)

以上の3条件のいずれか一つでも成立していなければ、何も行わず「NEXT」に抜けて、本ルーチンを一旦終了する。他方、この3条件が全て成立する状態になれば、回転減速度 ΔN を演算する処理を行なう (ステップ S355)。

【0114】回転減速度 ΔN は、前回回転数を検出したときの回転数から現在の回転数の偏差として定義されている。本実施例では、回転数 $N e$ の検出自体は16msec毎に行なっている。この回転減速度 ΔN が、値-54から値-44の範囲に入っているか否かを次に判断する

(ステップ S356)。回転減速度 ΔN が、この範囲内に入っていれば、何も行わず、ネクストに抜けて本ルーチンを一旦終了する。他方、回転減速度 ΔN が値-44より大きいと判断された場合は、仮の学習値 $t s t g$ を値1だけ減少する処理を行ない (ステップ S357)、

回転減速度 ΔN が値-54より小さい場合には、仮の学習値 $t s t g$ を値1だけ増加する処理を行なう

(ステップ S358)。即ち、図27区間Aにおけるエンジン回転数 $N e$ の減速の程度をチェックし、次のエンジン停止時に制御における停車中の引き下げトルクを決定する際の学習値 $s t g k g$ に反映させるため、仮の学習値 $t s t g$ を増減するのである。減速の割合が小さければ、引き下げトルクの目標値に当たる数値 (ステップ S353における $(-14 + s t g k g) - S T G o l d$) の絶対値を大きくし (符号は-)、減速の割合が大きければ絶対値を小さくしている。この結果、エンジン停止時におけるエンジン150の回転数 $N e$ の低下の割合は、学習制御により適正な範囲 (-54Nm/16msecから-44Nm/16msec) に調整される。

【0115】なお、仮の学習値 $t s t g$ は、予め定めた上下限值以内に入るようガード処理を行ない、更に、学習を行なったことを示すフラグ $X s t g$ に値1をセットする処理を行なう (ステップ S359)。なお、ここで学習値 $s t g k g$ を直接設定しないで、仮の学習値 $t s t g$ を設定しているのは、このルーチンが繰り返し実行されることから、実行中のなまし処理における学習値 (ステップ S353) を毎回変更しないようにするためである。学習された学習値 $s t g k g$ は、次のエンジン停止時制御の実行時に初めて使われることになる。

【0116】以上説明した開ループ制御処理ルーチンは、エンジン150への燃料供給が停止されてから300msecが経過した後実行され、停車中か走行中かで定まる最終的なトルク値に向けて、エンジン150の出力軸にモータMG1から付加されるトルク (トルクの符号はマイナス、即ち出力軸の回転方向とは逆方向に加わるトルク) の大きさを漸増して行く。エンジン150の回転数 $N e$ が漸減し (図27区間A)、回転数が400rpm

m以下となった場合、車輛が停車していれば、その間の回転減速度 ΔN の大きさに基づいて学習値 $t s t g$ を学習して行く。

【0117】エンジン150の回転数 $N e$ が漸減し、やがて所定値 $N k n$ より小さくなると、上述した開ループ制御処理に代えて、アンダシュート防止処理 (図22ステップ S370) が実行される。このアンダシュート防止処理について、図26を参照しつつ説明する。アンダシュート防止処理ルーチンが開始されると、まず、次式 $t t g = S T G o l d + 2 [Nm]$

に従い、仮の目標トルク $t t g$ を求める処理を行なう (ステップ S371)。次に、求めた仮の目標トルク $t t g$ が値-2以下か否かの判断を行ない (ステップ S372)、 $t t g > -2$ ならば、仮の目標トルク $t t g$ を値-2に設定する処理を行なう (ステップ S373)。即ち、ステップ S372、S373の処理により、仮の目標トルク $t t g$ を値-2を上限としてガードしているのである。

【0118】かかる処理を実行することにより、それまでエンジン150の出力軸の回転数 $N e$ を低減するように作用していたトルクの大きさは、-2[Nm]を越えない範囲で、順次小さくされる。仮の目標トルク $t t g$ を上式に従い変更して行くこの処理により、エンジン150の出力軸を減速する方向に働いていたトルクの大きさは、割り込み処理のインターバルである8msec毎に2[Nm]ずつ低減され、次第に値0に近づいて行く (図27区間B参照)。

【0119】上記のステップ S372あるいはステップ S373の処理の後、エンジン150の回転数 $N e$ が40rpm未満となっているか否かの判断を行なう (ステップ S374)。エンジン150の回転数 $N e$ が40rpm未満となっていれば、もはやエンジン150の出力軸に制動方向のトルクをかける必要はないと判断し、仮の目標トルク $t t g$ に値0を設定する処理を行なう (ステップ S375)。

【0120】その後、条件3が成立しているか否かの判断を行なう (ステップ S376)。条件3が成立している状態とは、

①車輛が停車中であり、かつ

②学習値の学習がなされている ($X s t g = 1$)

場合を言う。上記の条件3が成立していなければ、「NEXT」に抜けて、本ルーチンを一旦終了する。他方、上記条件3が成立していれば、仮の学習値 $t s t g$ を、学習値 $S T G k g$ として設定する処理 (ステップ S377) と、学習済みフラグ $X s t g$ を値0にリセットする処理 (ステップ S378) とを行なう。これらの処理の後、本ルーチンを終了する。

【0121】この結果、このアンダシュート防止処理を実行すると、エンジン150の出力軸に付加されるトルクの大きさは、図27区間Bに示すように、値-2に向

けて低減され、回転数 N_e が40rpm未満となると、値0とされる。この結果、エンジン150の回転数 N_e が、値0を下回る現象（アンダシュート）を生じることがない。

【0122】以上説明した第2実施例によれば、

(1) エンジン150の運転を継続すべき要求が存在する間は、PID制御によりエンジン150の回転数 N_e を目標回転数に維持することができる。

(2) エンジン150の運転を継続すべき要求がなくなったときは、EFI ECU170によりエンジン150への燃料供給を停止し、300msecが経過した後、開ループ制御により、エンジン150の出力軸であるクランクシャフト156に結合されたキャリア軸127に、モータMG1により、回転方向とは逆向きのトルクを加える。この際、エンジン150の回転数 N_e の目標回転数(0)との偏差に基づいてモータMG1の目標トルクをフィードバック制御するのではなく、予め定めたアルゴリズムで目標トルクを決定する。上記実施例では、図27に示すように、所定の割合で目標トルクの大きさが漸増して行くよう定めている。かかる制御を行なうことにより、エンジン150の停止時に、その回転方向とは逆方向に急激に大きなトルクがかかって、トルクショックが生じ、ドライバビリティを悪化させることがない。また、図27に示したように、回転方向と反対方向のトルクはなまし処理の終了後は、所定の大きさのトルクが付加され続けるので、反力トルクも一定になり、ドライバビリティは一層向上する。

【0123】(3) モータMG1により回転数と逆の方向にトルクを付加することにより、エンジン150の出力軸の回転数は、所定の減速度（本実施例ではおよそ50rpm/16msec）で低下して行く。この減速度は、出力軸にねじり共振が生じない範囲に設定されているので、ダンパ157を介して結合されたクランクシャフト156とキャリア軸127に、ねじり共振を生じることがない。

【0124】(4) エンジン150の回転数が、所定回転数（本実施例では400rpm）を下回った時には、車輛が停車中であれば、次のエンジン停止時制御における減速度が所定範囲に入るよう減速度の状態から学習を行なう。

【0125】(5) 更にエンジン150の回転数 N_e が低下し、所定値 N_{kn} （実施例では200rpmないし350rpm）以下となると、今度はモータMG1により付加しているトルクの大きさを所定の割合で値0に向けて漸減し、エンジン150の出力軸の回転数 N_e が値0以下、即ち、クランクシャフト156が逆回転しないように制御する。クランクシャフト156は逆回転しないと言う前提で設計されていることが多く、例えば開閉タイミング変更機構153ではクランクシャフト156が逆回転すると進角ロックと言った現象が起きる場合が

あり得る。本実施例では、エンジン150の回転数が低下してくると、エンジンの出力軸に付加するトルクの大きさを小さくし、更に40rpmを下回れば付加トルクを値0とし、クランクシャフト156の逆回転を確実に防止している。

【0126】(6) この制御を実行する際の判断基準となっている所定値 N_{kn} は、車輛が停車中であれば200rpm、走行中でブレーキがオフであれば250rpm、走行中でかつブレーキがオンであれば350rpmに設定されている。したがって、エンジン150の出力軸に回転数を低減する方向に加わる力を、車輛の走行状態によらず概ね一定にすることができ、開ループ制御であるにも関わらず、エンジン150の回転数をスムーズに値0に向けて制御することができる。

【0127】第1、第2実施例の動力出力装置110およびその変形例では、FR型あるいはFF型の2輪駆動の車両に適用するものとしたが、図28の変形例の動力出力装置110Cに示すように、4輪駆動の車両に適用するものとしてもよい。この構成では、リングギヤ軸126に結合していたモータMG2をリングギヤ軸126より分離して、車両の後輪部に独立して配置し、このモータMG2によって後輪部の駆動輪117、119を駆動する。一方、リングギヤ軸126は動力取出ギヤ128および動力伝達ギヤ111を介してディファレンシャルギヤ114に結合されて前輪部の駆動輪116、118を駆動する。このような構成の下においても、前述した図7あるいは図22のエンジン停止制御ルーチンを実行することは可能である。

【0128】実施例の動力出力装置110では、モータMG1およびモータMG2にPM形（永久磁石形；Permanent Magnet type）同期電動機を用いたが、回生動作および力行動作の双方が可能なものであれば、その他にも、VR形（可変リラクタンス形；Variable Reluctance type）同期電動機や、バーニアモータや、直流電動機や、誘導電動機や、超電導モータや、ステップモータなどを用いることもできる。

【0129】また、実施例の動力出力装置110では、第1および第2の駆動回路191、192としてトランジスタインバータを用いたが、その他に、IGBT（絶縁ゲートバイポーラモードトランジスタ；Insulated Gate Bipolar mode Transistor）インバータや、サイリスタインバータや、電圧PWM（パルス幅変調；Pulse Width Modulation）インバータや、方形波インバータ（電圧形インバータ、電流形インバータ）や、共振インバータなどを用いることもできる。

【0130】さらに、バッテリー194としては、Pbバッテリー、NiMHバッテリー、Liバッテリーなどを用いることができるが、バッテリー194に代えてキャパシタを用いることもできる。

【0131】実施例の動力出力装置110では、エンジ

ン150のクランクシャフト156をダンバ157およびプラネタリギヤ120を介してモータMG1に接続し、エンジン150の運転を停止した際に、エンジン150の回転数 N_e の変化をモータMG1からプラネタリギヤ120を介してトルクを出力することにより調整したが、図29に例示する変形例の動力出力装置310のように、エンジンEGのクランクシャフトCSをダンバDNPを介してモータMGの回転軸RSに直接接続し、エンジンEGの運転停止の際のエンジンEGの回転数 N_e の変化をモータMGにより調整するものとしてもよい。このような構成でも、実施例の動力出力装置110が奏する効果と同一の効果を奏することができる。また、上記の実施例では、モータMG1、MG2は、いずれも動力のやり取りを行なう軸に対して同軸となるよう配置したが、ギヤを介して結合することは容易であり、動力のやり取りを行なう軸に対する配置は、設計上の要求に基づいて定めれば良い。

【0132】以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこうした実施の形態に何等限定されるものではなく、例えば、実施例の動力出力装置を船舶、航空機などの交通手段やその他各種産業機械などに搭載する態様など、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例としての動力出力装置110の概略構成を示す構成図である。

【図2】実施例の動力出力装置110の詳細な構成を示す説明図である。

【図3】実施例の動力出力装置110を組み込んだ車両の概略の構成を例示する構成図である。

【図4】実施例の動力出力装置110の動作原理を説明するためのグラフである。

【図5】実施例におけるプラネタリギヤ120に結合された3軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図6】実施例におけるプラネタリギヤ120に結合された3軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図7】実施例の制御装置180により実行されるエンジン停止制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図8】タイムカウンタTCとエンジン150の目標回転数 N_{e*} との関係を例示するマップである。

【図9】実施例の制御装置180により実行される要求トルク設定ルーチンを例示するフローチャートである。

【図10】リングギヤ軸126の回転数 N_r とアクセルペダルポジションAPとトルク指令値 T_r^* との関係を例示する説明図である。

【図11】制御装置180の制御CPU190により実行されるモータMG1の制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図12】制御装置180の制御CPU190により実

行されるモータMG2の制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図13】図7のエンジン停止制御ルーチンが始めて実行されたときの共線図である。

【図14】エンジン停止制御ルーチンのステップS106ないしS116の処理が何回か繰り返して実行されたときの共線図である。

【図15】エンジン150の回転数 N_e が閾値 N_{ref} 以下になったときの共線図である。

10 【図16】エンジン150の回転数 N_e とモータMG1のトルク T_{m1} の変化の様子を例示する説明図である。

【図17】変形例のエンジン停止制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図18】変形例の動力出力装置110Aの概略構成を示す構成図である。

【図19】変形例の動力出力装置110Bの概略構成を示す構成図である。

【図20】第2実施例の動力出力装置の概略構成を示す説明図である。

20 【図21】開閉タイミング変更機構153の構成例を例示する説明図である。

【図22】第2実施例のエンジン停止時制御処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図23】引き下げトルクSTGmnを車速に基づいて設定するためのグラフである。

【図24】なまし処理の処理時間mntgを車速に基づいて設定するためのグラフである。

【図25】開ループ制御処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

30 【図26】アンダシュート防止処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図27】第2実施例における制御例を示すグラフである。

【図28】実施例の動力出力装置110を4輪駆動車に適用したときの具体例である動力出力装置110Cを組み込んだ車両の概略構成を示す構成図である。

【図29】変形例の動力出力装置310の概略構成を示す構成図である。

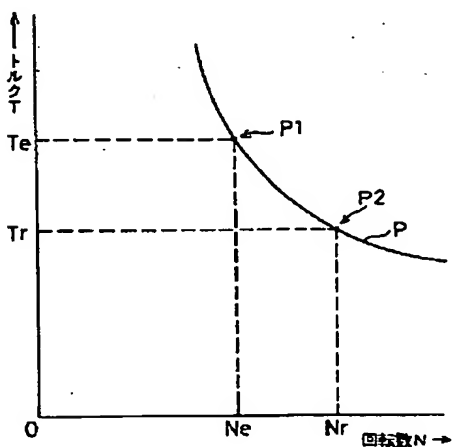
【符号の説明】

- 40 110…動力出力装置
110A～110C…動力出力装置
111…動力伝達ギヤ
112…駆動軸
114…ディファレンシャルギヤ
116, 118…駆動輪
117, 119…駆動輪
119…ケース
120…プラネタリギヤ
121…サンギヤ
50 122…リングギヤ

39

1 2 3…プラネタリピニオンギヤ
 1 2 4…プラネタリキャリア
 1 2 5…サンギヤ軸
 1 2 6…リングギヤ軸
 1 2 7…キャリア軸
 1 2 8…動力取出ギヤ
 1 2 9…チェーンベルト
 1 3 2…ロータ
 1 3 3…ステータ
 1 3 4…三相コイル
 1 3 5…永久磁石
 1 3 9…レゾルバ
 1 4 2…ロータ
 1 4 3…ステータ
 1 4 4…三相コイル
 1 4 5…永久磁石
 1 4 9…レゾルバ
 1 5 0…エンジン
 1 5 1…燃料噴射弁
 1 5 2…燃焼室
 1 5 4…ピストン
 1 5 6…クランクシャフト
 1 5 7…ダンパ
 1 5 8…イグナイタ
 1 5 9…レゾルバ
 1 6 0…ディストリビュータ
 1 6 2…点火プラグ
 1 6 4…アクセルペダル
 1 6 4 a…アクセルペダルポジションセンサ
 1 6 5…ブレーキペダル
 1 6 5 a…ブレーキペダルポジションセンサ
 1 6 6…スロットルバルブ

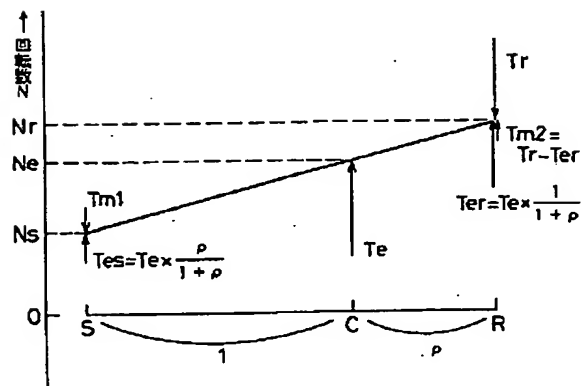
【図4】



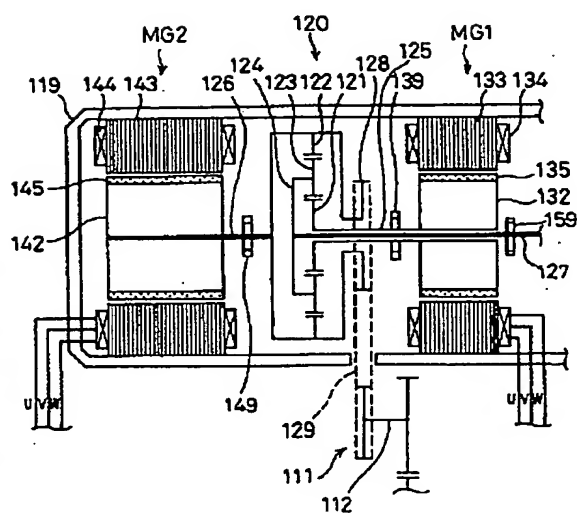
40

1 6 7…スロットルバルブポジションセンサ
 1 6 8…アクチュエータ
 1 7 0…E F I E C U
 1 7 2…吸気管負圧センサ
 1 7 4…水温センサ
 1 7 6…回転数センサ
 1 7 8…回転角度センサ
 1 7 9…スタータスイッチ
 1 8 0…制御装置
 10 1 8 2…シフトレバー
 1 8 4…シフトポジションセンサ
 1 9 0…制御CPU
 1 9 0 a…RAM
 1 9 0 b…ROM
 1 9 1…第1の駆動回路
 1 9 2…第2の駆動回路
 1 9 4…バッテリー
 1 9 5, 1 9 6…電流検出器
 1 9 7, 1 9 8…電流検出器
 20 1 9 9…残容量検出器
 3 1 0…動力出力装置
 C S…クランクシャフト
 D N P…ダンパ
 E G…エンジン
 L 1, L 2…電源ライン
 M G…モータ
 M G 1…モータ
 M G 2…モータ
 R S…回転軸
 30 T r 1 ~ T r 6…トランジスタ
 T r 1 1 ~ T r 1 6…トランジスタ

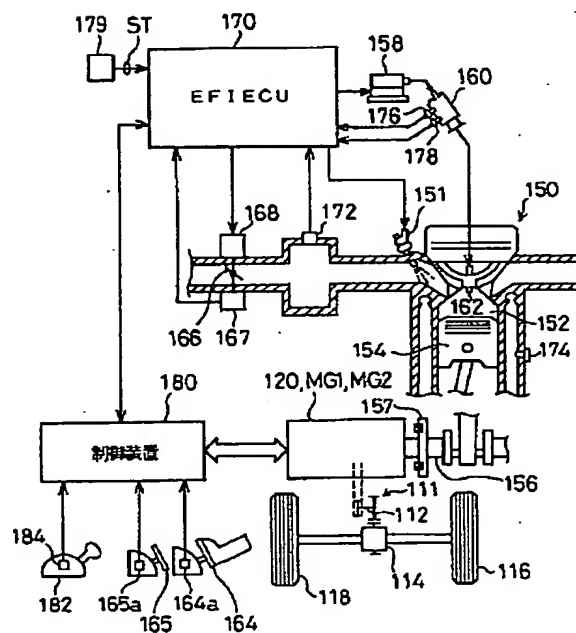
【図5】



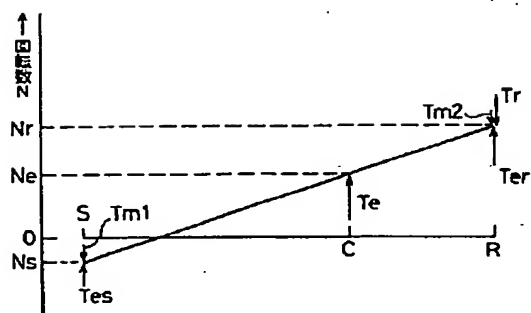
【图 2】



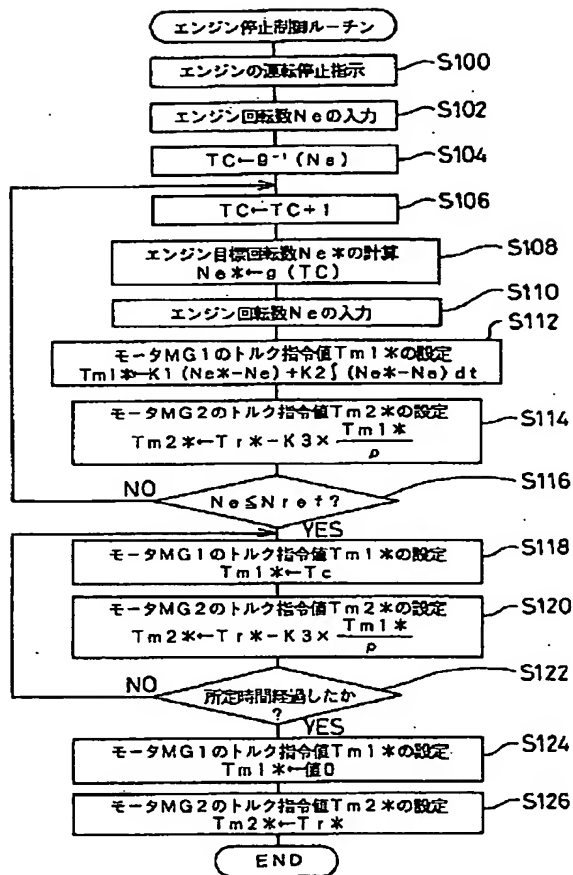
【図 3】



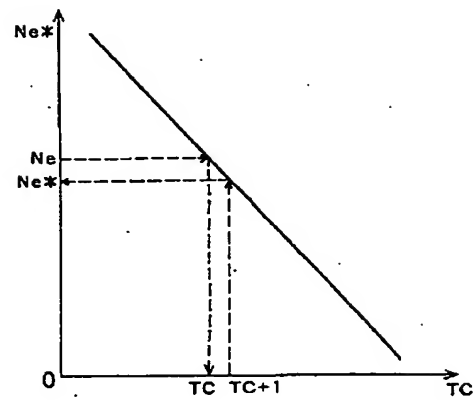
【図 6】



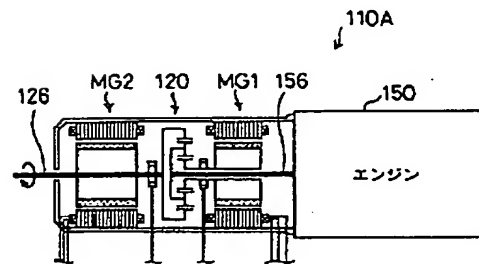
【図7】



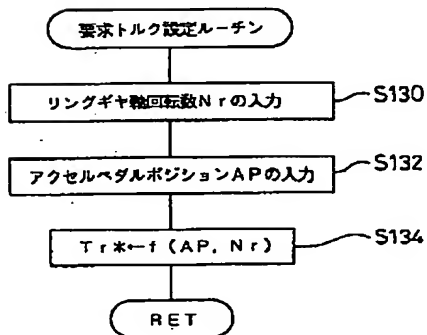
【図8】



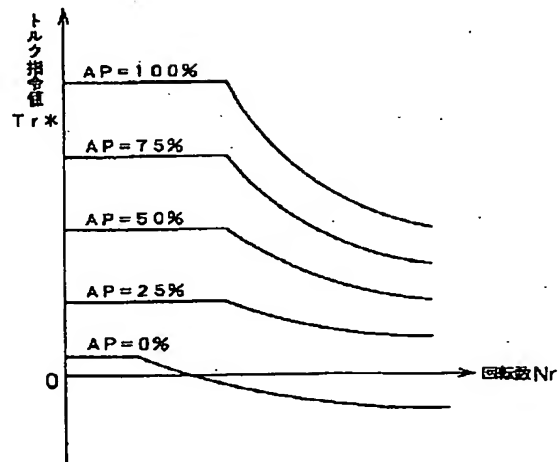
【図18】



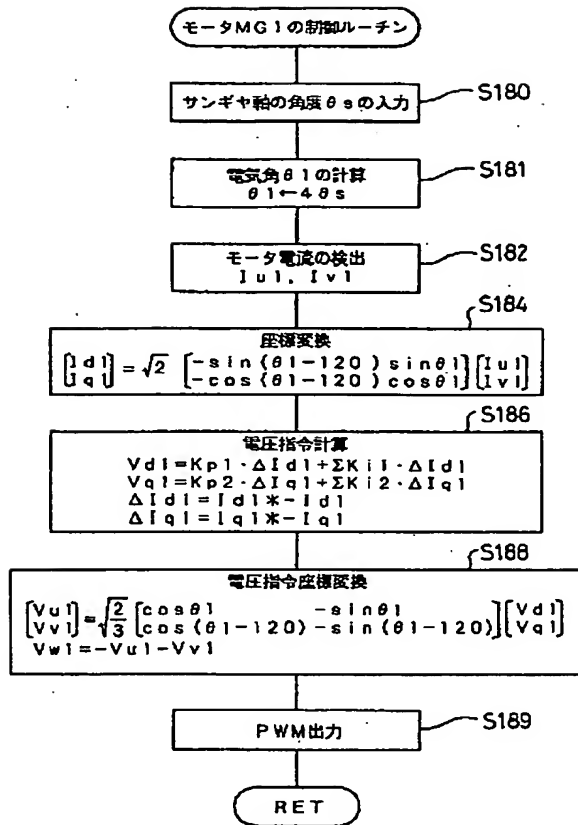
【図9】



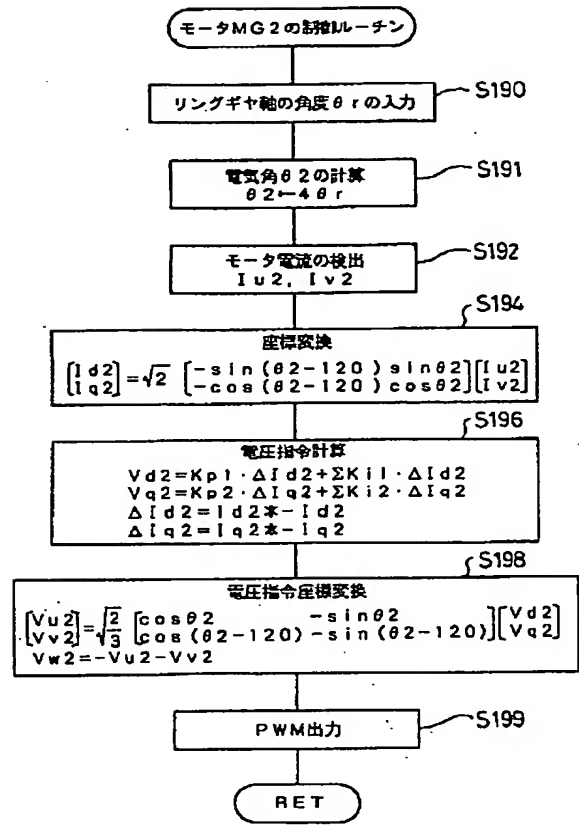
【図10】



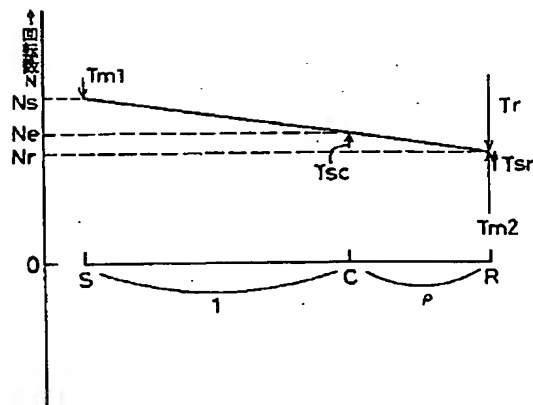
【図11】



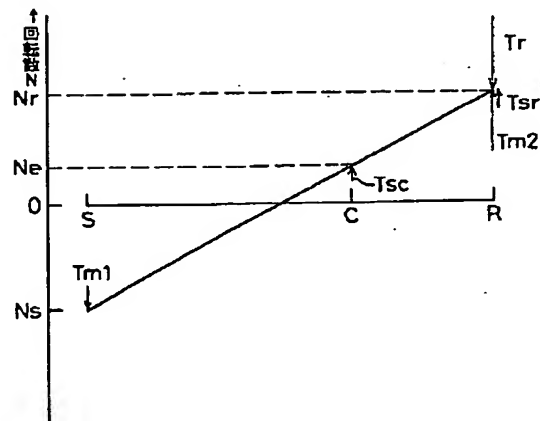
【図12】



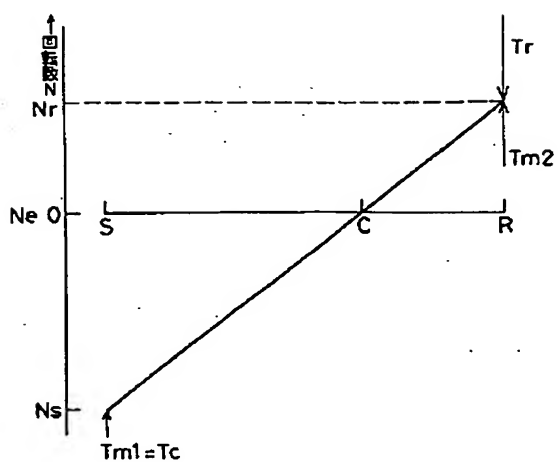
【図13】



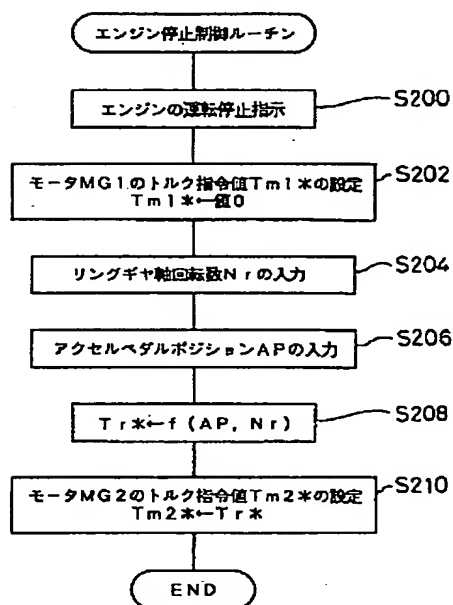
【図14】



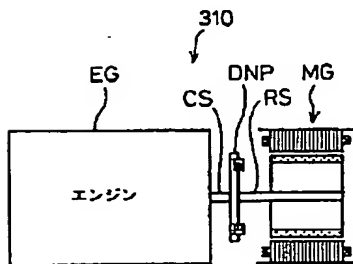
【図15】



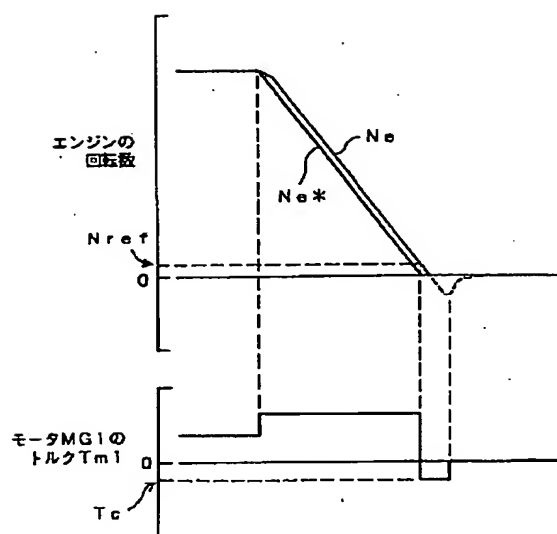
【図17】



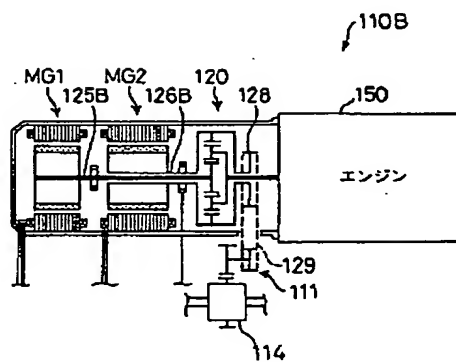
【図29】



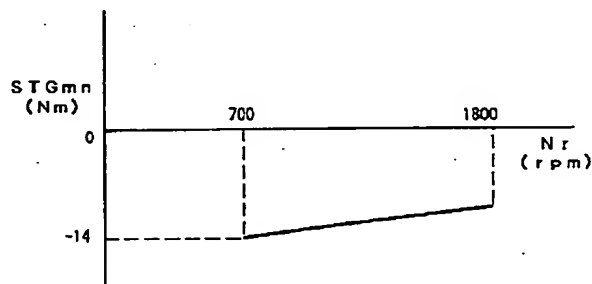
【図16】



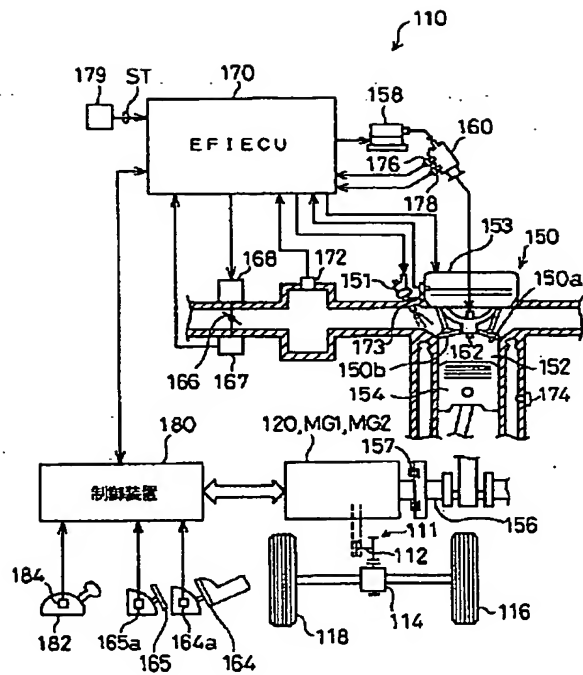
【図19】



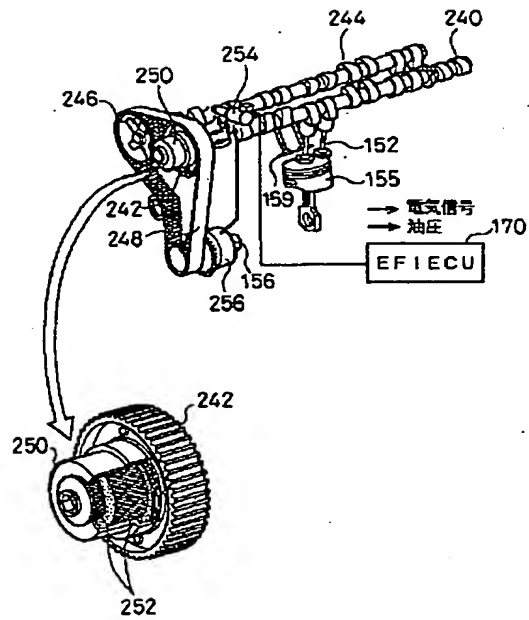
【図23】



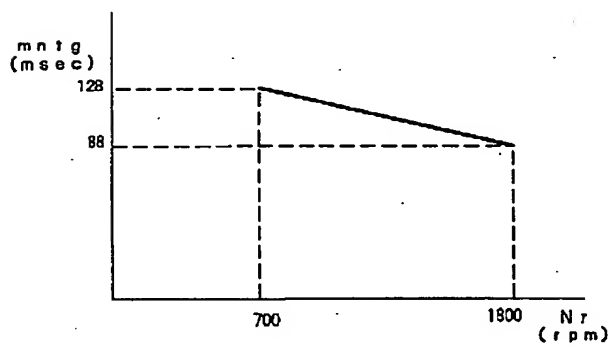
【図20】



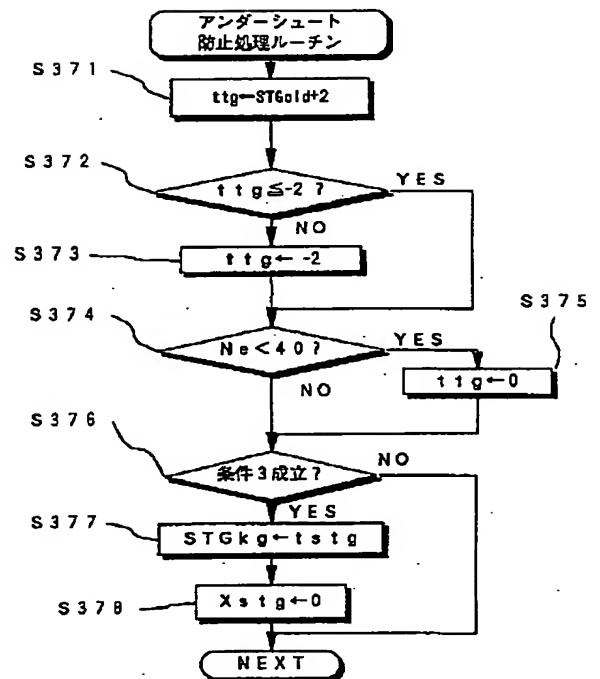
【図21】



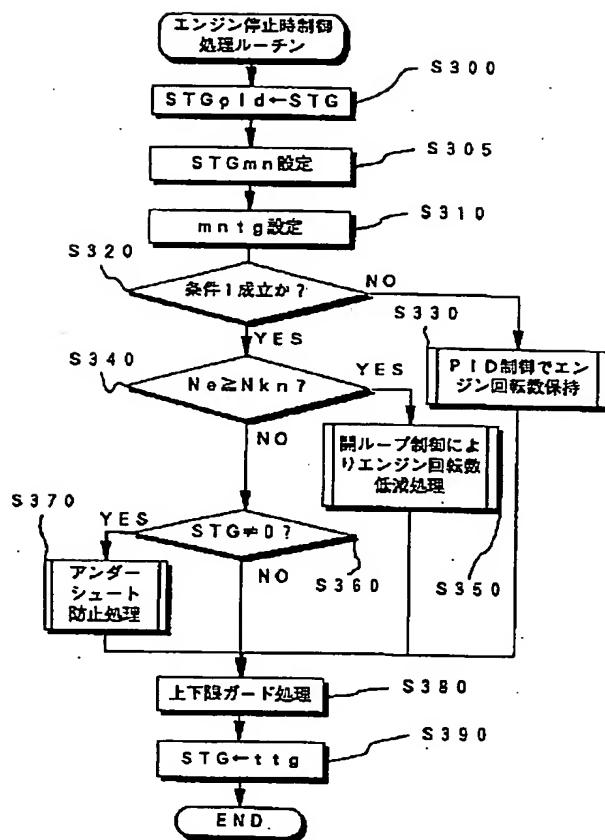
【図24】



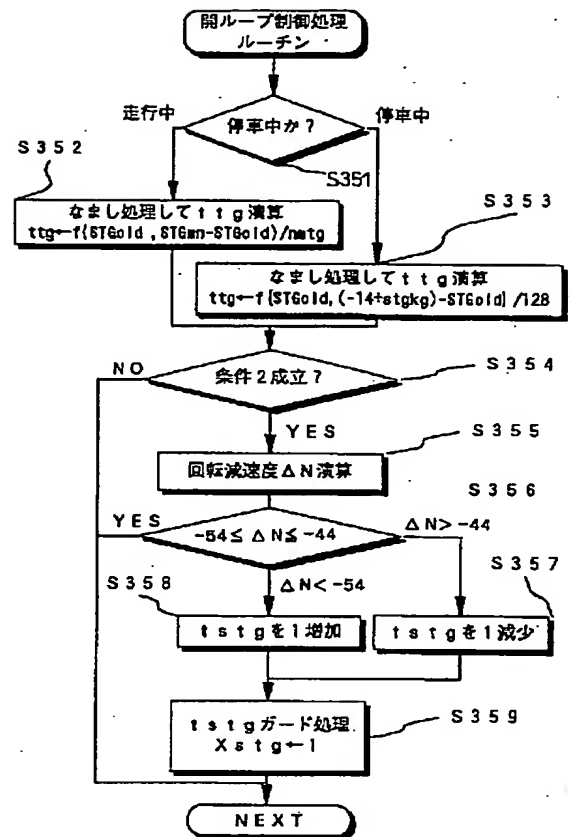
【図26】



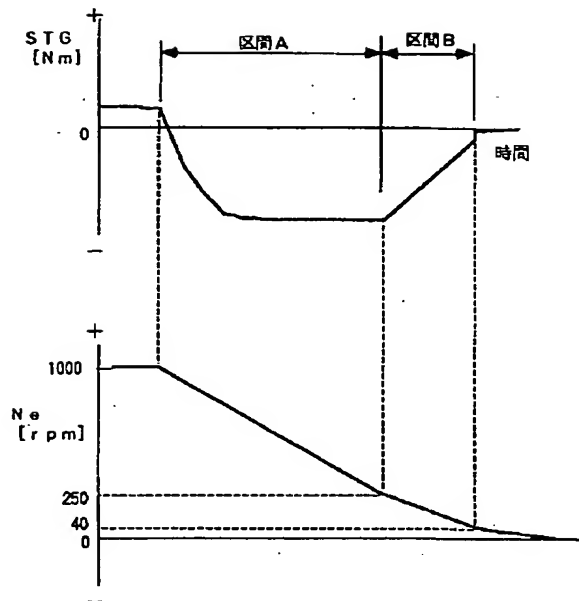
【図22】



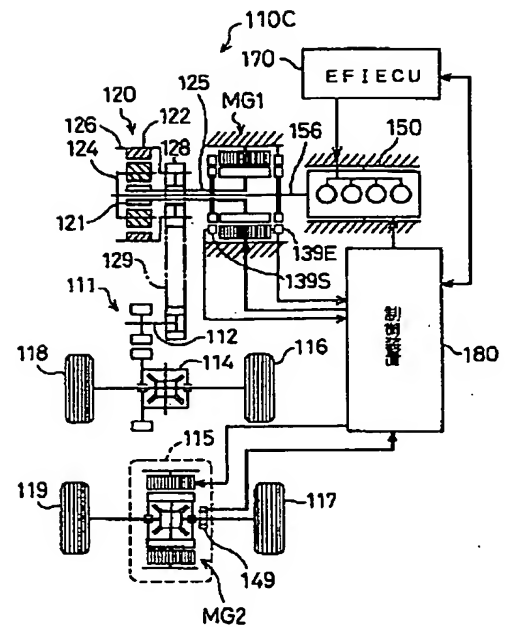
【図25】



【图 27】



【圖 28】



フロントページの続き

(72)発明者 高岡 俊文
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 山口 勝彦
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
車株式会社内

(72)発明者 金井 弘
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
車株式会社内

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-306739

(43)Date of publication of application : 17.11.1998

(51)Int.Cl.

F02D 29/02
B60L 11/14

(21)Application number : 09-293541

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 09.10.1997

(72)Inventor : SASAKI SHOICHI
KOTANI TAKESHI
YAMAOKA MASAOKI
TAKAOKA TOSHIBUMI
YAMAGUCHI KATSUHIKO
KANAI HIROSHI

(30)Priority

Priority number : 08303950
09 70800

Priority date : 29.10.1996
07.03.1997

Priority country : JP

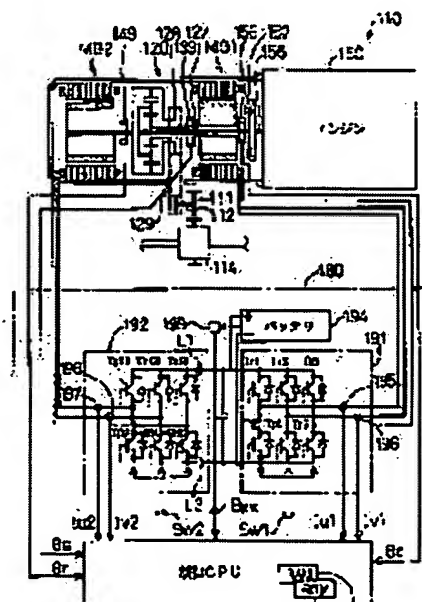
JP

(54) POWER OUTPUT DEVICE, PRIME MOVER CONTROL DEVICE AND CONTROL METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the rotating speed of a prime mover rapidly to the value zero at the time of stopping the operation of the prime mover in a power output device composed of the prime mover, a triaxial power input-output means and two motors.

SOLUTION: A power output device 110 is provided with a planetary gear 120, an engine 150 with a crankshaft 156 connected to the planetary gear 120, a motor MG1 fitted to a sun gear, and a motor MG2 fitted to a ring gear. When the stop of the engine 150 is commanded, fuel injection to the engine 150 is stopped, and the motor



MG1 is so controlled that torque in a reverse direction to the rotating direction of the crankshaft 156 acts upon the crankshaft 156 through the planetary gear 120 and a carrier shaft 127 until the rotating speed of the engine 150 becomes close to the value zero. As a result, the rotating speed of the engine 150 can be rapidly reduced to the value zero.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.11.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3216589

[Date of registration] 03.08.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A power output unit which is characterized by providing the following and which outputs power to a driving shaft A prime mover which has an output shaft The 1st motor which has the axis of rotation, and outputs and inputs power to this axis of rotation The 2nd motor which outputs and inputs power to said driving shaft When it has three shafts respectively combined with said driving shaft, said output shaft, and said axis of rotation and power is outputted and inputted among these three shafts to any 2 shafts, A 3 shaft type power I/O means to output and input power which becomes settled based on this power outputted and inputted to one residual shaft, A fuel stop order means to direct to suspend fuel supply to this prime mover when conditions which should suspend operation of said prime mover are ready, A halt tense activation means to perform control at the time of a halt which adds torque to said output shaft, controls rotation deceleration of this output shaft in a predetermined range with directions of a halt of fuel supply to this prime mover, and suspends said prime mover

[Claim 2] Desired value in alignment with elapsed time of torque which is a power output unit according to claim 1, and said motor adds to said output shaft at the time of a halt of said prime mover While having an aim torque storage means beforehand defined based on behavior at the time of a halt of said prime mover, said halt tense activation means A power output unit equipped with a means to perform control which drives said 1st motor so that torque according to said desired value may be added to said output shaft in accordance with elapsed time after a halt of said prime mover through said triaxial type power I/O means as control at the time of said halt.

[Claim 3] A power output unit according to claim 1 characterized by providing the following A decelerating operation means to search for deceleration of a rotational frequency of said output shaft under activation of control at the time of said halt A study means to fluctuate a study value by size of said deceleration searched for, and to memorize A decelerating range decision means to determine said predetermined range in control based on said memorized study value at the time of said halt of said halt tense activation means

[Claim 4] It is the power output unit equipped with a means to perform control which drives said 1st motor so that said halt tense activation means may serve as a predetermined value in a path predetermined in a rotational frequency of said output shaft detected by said rotational frequency detection means as control at the time of said halt while having a rotational frequency detection means to be a power output unit according to claim 1, and to detect a rotational frequency of said output shaft.

[Claim 5] While having a rotational frequency detection means to be a power output unit according to claim 1, and to detect a rotational frequency of said output shaft, said halt tense means At the time of said halt, as control, until a rotational frequency of said output shaft detected by said rotational frequency detection means serves as a predetermined value A power output unit equipped with a means to perform control which drives said 1st motor so that torque of reverse sense may be added to this output shaft with a hand of cut of this output shaft through said 3 shaft type power I/O means.

[Claim 6] When said halt tense means becomes as a part of control below a decision value by which an assignment setup of the rotational frequency of said output shaft detected by said rotational frequency

detection means was carried out with a value below said predetermined value at the time of said halt, A power output unit [equipped with a means to perform control which drives said 1st motor so that predetermined torque which acts on a hand of cut of this output shaft through said 3 shaft type power I/O means may be added to this output shaft] according to claim 5.

[Claim 7] A power output unit equipped with a decelerating operation means to be a power output unit according to claim 5, and to search for deceleration of a rotational frequency of said output shaft under activation of control at the time of said halt, and a decision value setting means to set said decision value as a big value, so that an absolute value of this deceleration is large.

[Claim 8] A power output unit equipped with a damping force judging means to be a power output unit according to claim 5, and to judge size of damping force which joins said driving shaft during activation of control at the time of said halt, and a decision value setting means to set said decision value as a big value when judged with this damping force being large.

[Claim 9] Said predetermined value is a power output unit according to claim 5 which is the rotational frequency which is less than a resonance field of torsional oscillation of a system including said output shaft and said triaxial type power I/O means.

[Claim 10] A power output unit which is a power output unit according to claim 1, and is equipped with the 2nd motor control means which drives said 2nd motor and continues I/O of power to said driving shaft when directions of shutdown of said prime mover are made, where I/O of power to said driving shaft is continued.

[Claim 11] It has a prime mover which outputs power by combustion of a fuel characterized by providing the following, and a motor connected to an output shaft of this prime mover through a damper, and is a controllable prime-mover control unit about operation and a halt of this prime mover. A fuel means for stopping which suspends fuel supply to this prime mover when conditions which should suspend operation of said prime mover are ready A halt tense activation means to perform control at the time of a halt which adds torque to said output shaft, controls rotation deceleration of this output shaft in a predetermined range with a halt of fuel supply to this prime mover, and suspends said prime mover

[Claim 12] Desired value in alignment with elapsed time of torque which is a prime-mover control unit according to claim 11, and said motor adds to said output shaft at the time of a halt of said prime mover While having an aim torque storage means beforehand defined based on behavior at the time of a halt of said prime mover, said halt tense activation means A prime-mover control unit equipped with a means to perform control which drives said motor so that torque according to said desired value may be added to said output shaft in accordance with elapsed time after a halt of said prime mover as control at the time of said halt.

[Claim 13] A prime-mover control unit according to claim 12 characterized by providing the following A decelerating operation means to search for deceleration of a rotational frequency of said output shaft under activation of control at the time of said halt A study means to fluctuate a study value by size of said deceleration searched for, and to memorize A decelerating range decision means to determine said predetermined range in control based on said memorized study value at the time of said halt of said halt tense activation means

[Claim 14] It is the prime-mover control unit equipped with a means to perform control which drives said motor so that said halt tense activation means may serve as a predetermined value in a path predetermined in a rotational frequency of said output shaft as control at the time of said halt while having a rotational frequency detection means to be a prime-mover control unit according to claim 11, and to detect a rotational frequency of said output shaft.

[Claim 15] Said halt tense activation means is a prime-mover control unit with which a hand of cut of this output shaft is equipped with a means perform control to which said motor is driven so that torque of reverse sense may be added to this output shaft until a rotational frequency of said detected output shaft serves as a predetermined value as control while having a rotational frequency detection means are a prime-mover control unit according to claim 11, and detect a rotational frequency of said output shaft at the time of said halt.

[Claim 16] While having a rotational frequency detection means to be a prime-mover control unit

according to claim 11, and to detect a rotational frequency of said output shaft, said halt tense means When a rotational frequency of said output shaft detected by said rotational frequency detection means becomes as a part of control below a decision value set up as a value below said predetermined value at the time of said halt, A prime-mover control unit equipped with a means to perform control which drives said motor so that predetermined torque which acts on a hand of cut of this output shaft may be added to this output shaft.

[Claim 17] A prime-mover control unit equipped with a decelerating operation means to be a prime-mover control unit according to claim 15, and to search for deceleration of a rotational frequency of said output shaft under activation of control at the time of said halt, and a decision value setting means to set said decision value as a big value, so that an absolute value of this deceleration is large.

[Claim 18] Said predetermined value is a driving gear according to claim 15 which is the rotational frequency which is less than a resonance field of torsional oscillation of a system containing said output shaft and rotator of said motor.

[Claim 19] The control method of a power output unit of performing control at the time of a halt which is the method of controlling a power output unit by which it is characterized by to provide the following, points so that the fuel supply to this prime mover may suspend, when conditions which should suspend operation of said prime mover are ready, adds torque to said output shaft with directions of a halt of the fuel supply to this prime mover, controls the rotation deceleration of this output shaft in a predetermined range, and suspends said prime mover A prime mover which has an output shaft The 1st motor which has the axis of rotation, and outputs and inputs power to this axis of rotation The 2nd motor which outputs and inputs power to said driving shaft A 3 shaft type power I/O means to output and input power which becomes settled based on power outputted and this inputted when it has three shafts respectively combined with said driving shaft, said output shaft, and said axis of rotation and power is outputted and inputted among these three shafts to any 2 shafts to one residual shaft

[Claim 20] It is the prime mover which outputs power by combustion of a fuel, and is the method of controlling a halt of a prime mover equipped with a motor connected to an output shaft of this prime mover through a damper. A control method of a prime mover of performing control at the time of a halt which suspends fuel supply to this prime mover, adds torque to said output shaft, controls rotation deceleration of this output shaft in a predetermined range with a halt of fuel supply to this prime mover, and suspends said prime mover when conditions which should suspend operation of said prime mover are ready.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to these control methods at the technology and the list which suspend a prime mover in the power output unit which outputs power to the technology and the driving shaft which suspend a prime mover in the system which consists of a prime-mover control unit and a motor connected to the output shaft of the prime mover which outputs power by combustion of a fuel, and this prime mover through the damper in detail about these control methods at the power output unit list.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the thing which comes to combine the torque converter using a fluid and a change gear as a power output unit which carries out torque conversion of the power outputted from a prime mover, and is outputted to a driving shaft was used. The torque converter in this equipment transmits power between both shafts through fluid of the fluid which has been arranged and was enclosed between the axes of rotation combined with the output shaft and change gear of a prime mover. Thus, in a torque converter, in order to transmit power by fluid of a fluid, slipping arises among both shafts and the energy loss according to this slipping occurs. Correctly, this energy loss is expressed with a product with the torque then delivered the rotational frequency difference of both shafts to the output shaft of power, and is consumed as heat.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Therefore, by the vehicles which carry such a power output unit as a source of power, when large power was required like [when slipping between both shafts becomes large (for example, when running the time of start and ascent inclination at a low speed)], there was a problem that the energy loss in a torque converter became large, and became what has low energy efficiency. Moreover, since the transmission efficiency of the power in a torque converter does not become 100% even if it is at the stationary transit time, for example compared with the transmission of manual system, the fuel consumption cannot but become low.

[0004] The power output unit and its control method of this invention solve an above-mentioned problem, and set to one of the purposes to offer the equipment which outputs the power outputted from a prime mover to a driving shaft efficient, and the control method of the equipment.

[0005] In view of an above-mentioned problem, not using the torque converter using a fluid, the applicant had a prime mover, the epicyclic gear drive as a 3 shaft type power I/O means, the generator, the motor, and the battery, and has proposed what outputs the power outputted from a motor using the power stored in the power outputted from a prime mover, or a battery to a driving shaft (the Provisional-Publication-No. No. 30223 [50 to] official report). However, by this proposal, it is not clearly shown about the control when suspending operation of a prime mover.

[0006] Then, the power output unit and its control method of this invention set to one of the purposes to offer the technique of the control at the time of suspending operation of the prime mover in the power output unit which consists of a prime mover, a 3 shaft type power I/O means, and two motors.

[0007] Moreover, since the output shaft of a prime mover and the axis of rotation of a motor are mechanically combined by 3 shaft type power I/O means, this power output unit constitutes one vibration system mechanically. If it follows, for example, the torque fluctuation by the reciprocating motion of the gas explosion in an internal combustion engine or a piston is added when a prime mover is an internal combustion engine, torsional oscillation will arise in an internal combustion engine's output shaft or the axis of rotation of a motor, if the resonant frequency and forced frequency of a shaft are in agreement, resonance phenomena are caused, an allophone will be produced from 3 shaft type power I/O means, or fatigue breaking of a shaft will be produced depending on the case. Although such resonance phenomena change with the class of prime mover, structures of 3 shaft type power I/O means, etc., they are produced in the condition of under the minimum engine speed that can operate a prime mover in many cases.

[0008] Then, in case the power output unit and its control method of this invention suspend operation of a prime mover, they set to one of the purposes to prevent the resonance phenomena of the torsional oscillation which may be produced in a system.

[0009] Moreover, when torque is outputted to the output shaft of a prime mover from a motor and a prime mover is stopped positively, depending on control of a motor, the rotational frequency of the output shaft of a prime mover may undershoot, and may become zero or less value, and vibration may arise to the whole equipment in this case. Therefore, when this driving gear is carried in vehicles, the vibration in the case of undershoot gives propagation to the body, and gives an operator sense of incongruity.

[0010] Then, the driving gear and its control method of this invention set to one of the purposes to reduce vibration which may be produced in case operation of a prime mover is suspended.

[0011] The problem of the resonance phenomena of the torsional oscillation which may be produced in a system in case operation of such a prime mover is suspended is not restricted to an above-mentioned power output unit, but if the output shaft of a prime mover and the axis of rotation of a motor are the driving gears combined mechanically, it may be produced similarly. There is much equipment which combines mechanically the output shaft of a prime mover and the axis of rotation of a motor through a damper to this problem. However, if the effect of stopping the amplitude of torsional oscillation uses a big damper, such a damper will be enlarged while the number of components increases, since it has a special damping function. On the other hand, if a small and simple damper is used, the effect of stopping the amplitude of torsional oscillation will become small.

[0012] The configuration which has this problem links directly not only a configuration but the prime mover and generator which output power directly, and the so-called series hybrid which acquires the torque for transit with the motor by the power generated with this generator to drive corresponds. Therefore, invention of a prime-mover control unit and its control method was made as invention with same power output unit and principal part with the above. In case this prime-mover control unit and its control method are not based on the class of damper but suspend operation of a prime mover, they set to one of the purposes to prevent the resonance phenomena of the torsional oscillation which may be produced in a system.

[0013]

[The means for solving a technical problem, and its operation and effect] In the power output unit of this invention, and the prime-mover control method list, these control methods took the following means, in order to attain a part of above-mentioned purpose [at least].

[0014] The prime mover which the power output unit of this invention is a power output unit which outputs power to a driving shaft, and has an output shaft, The 1st motor which has the axis of rotation, and outputs and inputs power to this axis of rotation, and the 2nd motor which output and input power to said driving shaft, When it has three shafts respectively combined with said driving shaft, said output shaft, and said axis of rotation and power is outputted and inputted among these three shafts to any 2 shafts, A 3 shaft type power I/O means to output and input the power which becomes settled based on the this power outputted and inputted to one residual shaft, A fuel stop order means to direct to suspend the fuel supply to this prime mover when the conditions which should suspend operation of said prime

mover are ready, Let it be a summary to have a halt tense activation means to perform control at the time of a halt which adds torque to said output shaft, controls the rotation deceleration of this output shaft in a predetermined range with directions of a halt of the fuel supply to this prime mover, and suspends said prime mover.

[0015] Moreover, the control method of the power output unit corresponding to this power output unit The prime mover which has an output shaft, and the 1st motor which have the axis of rotation, and output and input power to this axis of rotation, When it has three shafts respectively combined with the 2nd motor which outputs and inputs power to said driving shaft, and said driving shaft, said output shaft and said axis of rotation and power is outputted and inputted among these three shafts to any 2 shafts, It is the method of controlling the power output unit equipped with a 3 shaft type power I/O means to output and input the power which becomes settled based on the this power outputted and inputted to one residual shaft. When the conditions which should suspend operation of said prime mover are ready, it points so that the fuel supply to this prime mover may be suspended. It is making into the summary to perform control at the time of a halt which adds torque to said output shaft, controls the rotation deceleration of this output shaft in a predetermined range with directions of a halt of the fuel supply to this prime mover, and suspends said prime mover.

[0016] if the conditions which should suspend operation of a prime mover are ready according to this power output unit and its control method, it is directed that a power output unit suspends the fuel supply to a prime mover -- control is both performed at the time of a halt. At the time of this halt, control adds torque at the time of the output of a prime mover, restricts the deceleration of this output shaft to a predetermined range, and suspends a prime mover. Addition of the torque to an output shaft is good also by the 1st motor, and good also by the 2nd motor.

[0017] Consequently, the deceleration of an output shaft is restricted to a predetermined range, for example, becomes controllable [of passing through a torsion resonance field quickly]. It also becomes possible to avoid the unnecessary power consumption in a motor to coincidence.

[0018] As control, various variations can be considered at the time of this halt. One is the so-called configuration which carries out an open loop control about the torque added to an output shaft. While this power output unit is equipped with an aim torque storage means to define beforehand the desired value to which said motor met the elapsed time of the torque added to said output shaft based on the behavior at the time of a halt of said prime mover at the time of a halt of said prime mover Said halt tense activation means is equipped with a means to perform control which drives said 1st motor so that the torque according to said desired value may be added to said output shaft in accordance with the elapsed time after a halt of said prime mover through said triaxial type power I/O means as control at the time of said halt.

[0019] In this case, since feedback control using the rotational frequency of an output shaft is not performed, there is nothing about changing a torque command value according to the condition and disturbance of a power output unit, and the torque fluctuation in a driving shaft can be reduced. Moreover, even when the rotational frequency of an output shaft is greatly far apart from the aim rotational frequency (it is usually a value 0 when it is a halt), since feedback control based on a rotational frequency difference is not performed, it is not said that an excessive torque command value will be outputted and unnecessary power will be consumed.

[0020] Although a double lump is needed in this open loop control in order to realize optimal control from not acting feedback control For example, a decelerating operation means to search for the deceleration of the rotational frequency of said output shaft under activation of control at the time of said halt, If a study value is fluctuated by the size of said deceleration searched for and a study means to memorize, and a decelerating range decision means to determine said predetermined range in control based on said memorized study value at the time of said halt of said halt tense activation means are established Since the range of decelerating can be learned, good control is realizable.

[0021] Furthermore, as other examples of a configuration of control, the control which drives said 1st motor so that the rotational frequency of said output shaft detected by the rotational frequency detection means may serve as a predetermined value in a predetermined path can be considered at the time of a

halt. Here, a predetermined path means transition of the rotational frequency of the output shaft of a prime mover to the time amount of a from, when the fuel supply to a prime mover is suspended.

[0022] According to such a power output unit, when directions of the shutdown of a prime mover are made, the rotational frequency of the output shaft of a prime mover can be made into a predetermined value in a desired path. Therefore, the rotational frequency of the axis of rotation of a prime mover can be quickly made into a predetermined value, and the rotational frequency of the thing from which the rotational frequency of the output shaft of a prime mover serves as a predetermined value in a predetermined path for a short time, the thing which makes a predetermined path a predetermined value over many hours comparatively, then the axis of rotation of a prime mover can be gently made into a predetermined value. Furthermore, rotation of a value 0, then the output shaft of a prime mover can be stopped for a predetermined value quickly or gently.

[0023] In this power output unit, as control, control which drives said 1st motor so that the hand of cut of this output shaft may add the torque of the reverse sense to this output shaft shall be performed through said 3 shaft type power I/O means at the time of a halt until the rotational frequency of said output shaft detected by said rotational frequency detection means serves as a predetermined value. If it carries out like this, the rotational frequency of the output shaft of a prime mover can be more quickly made into a predetermined value. Therefore, when the resonance field of torsional oscillation is between the rotational frequency of the output shaft of a prime mover when directions of the shutdown of a prime mover are made, and a predetermined value, it can pass through this field quickly and resonance phenomena can be prevented.

[0024] Moreover, when the rotational frequency of said output shaft detected by said rotational frequency detection means becomes as a part of control in this power output unit below the decision value set up as a value below said predetermined value at the time of a halt, Control which drives said 1st motor so that the predetermined torque which acts on the hand of cut of this output shaft through said 3 shaft type power I/O means may be added to this output shaft shall be performed. If it carries out like this, the undershoot which may be produced in case rotation of an output shaft is suspended can be controlled, and vibration which may be produced in that case can be reduced.

[0025] Here, as how to calculate a decision value, although various methods can take, the deceleration of the rotational frequency of said output shaft under activation of control is searched for at the time of a halt, for example, and it is good also as what sets a decision value as a big value, so that a decelerating absolute value is large. By enlarging a decision value, it can prevent beforehand that the rotational frequency of an output shaft undershoots, so that deceleration is large. Moreover, when the size of damping force which joins said driving shaft during activation of control at the time of a halt is judged and it is judged with this damping force being large, a decision value shall be set as a big value. Since it can consider that the force which stops a prime mover is large when damping force is added, the undershoot of a rotational frequency can be prevented by enlarging a decision value.

[0026] Furthermore, in the power output unit of this invention, said halt tense means shall be a means which carries out drive control of said 1st motor so that the power outputted and inputted by said axis of rotation may serve as a value 0. If it carries out like this, since there is no consumption of the power by the 1st motor, the energy efficiency of the whole equipment can be raised. Moreover, since operational status of the output shaft of a prime mover is not compulsorily changed with the 1st motor, the torque shock accompanying the shutdown of a prime mover can be reduced. In addition, as for a prime mover and the 1st motor, the sum of the energy (for example, friction work etc.) consumed by each settles down by the operational status used as min.

[0027] Or in the power output unit of this invention, if it considers as the rotational frequency which is less than the resonance field of the torsional oscillation of the system which includes an output shaft and a triaxial type power I/O means for said predetermined value and can set, prevention of torsion resonance can be ensured.

[0028] Furthermore, where I/O of the power to said driving shaft is continued, when directions of the shutdown of a prime mover are made, said 2nd motor shall be driven and I/O of the power to said driving shaft shall be continued. If it carries out like this, operation of a prime mover can be suspended

to the midst which is continuing I/O of the power to a driving shaft. And the 2nd motor can perform I/O of the power to a driving shaft.

[0029] Next, the outline of the prime-mover control unit of the invention in this application is explained. The prime mover to which the prime-mover control unit of the invention in this application outputs power by combustion of a fuel, It has the motor connected to the output shaft of this prime mover through the damper, and is a controllable prime-mover control unit about operation and a halt of this prime mover. The fuel means for stopping which suspends the fuel supply to this prime mover when the conditions which should suspend operation of said prime mover are ready, It is making into the summary to have had a halt tense activation means to perform control at the time of a halt which adds torque to said output shaft, controls the rotation deceleration of this output shaft in a predetermined range with a halt of the fuel supply to this prime mover, and suspends said prime mover.

[0030] Moreover, the control method of the prime mover corresponding to this prime-mover control method It is the prime mover which outputs power by combustion of a fuel, and is the method of controlling a halt of the prime mover equipped with the motor connected to the output shaft of this prime mover through the damper. When the conditions which should suspend operation of said prime mover are ready, it is making into the summary to perform control at the time of a halt which suspends the fuel supply to this prime mover, adds torque to said output shaft, controls the rotation deceleration of this output shaft in a predetermined range with a halt of the fuel supply to this prime mover, and suspends said prime mover.

[0031] The control method of this prime-mover control unit and a prime mover can control a halt of the prime mover by which the motor was connected to the output shaft through the damper, and can reduce the torsion resonance which may be produced in the output shaft of the prime mover to which the motor was connected through the damper. That is, by the control method of this prime-mover control unit and a prime mover, when the conditions which should suspend operation of a prime mover are ready, supply of the fuel for a prime mover is suspended, in connection with this, torque is added to the output shaft of a prime mover, the rotation deceleration of an output shaft is restricted to a predetermined range, and a prime mover is suspended. Since it is easy to produce torsion resonance of an output shaft with predetermined deceleration, torsion resonance is reduced by restricting the rotation deceleration of an output shaft to a predetermined range.

[0032] the halt tense which restricts the rotation deceleration of an output shaft to a predetermined range in this configuration -- being alike -- various variations can be considered. For example, while having an aim torque storage means define beforehand the desired value to which the motor met the elapsed time of the torque added to an output shaft based on the behavior at the time of a halt of a prime mover at the time of a halt of a prime mover, a halt tense activation means shall be equipped with a means perform the control which drives a motor so that the torque according to said desired value may add to an output shaft in accordance with the elapsed time after a halt of a prime mover as control at the time of a halt. This control is the so-called open loop control, and sets up beforehand the desired value of the torque which a motor adds to an output shaft along with a time-axis at the time of a halt of a prime mover.

[0033] In this case, since feedback control using the rotational frequency of an output shaft is not performed, the torque added to an output shaft is not changed according to disturbance. Moreover, even when the rotational frequency of an output shaft is greatly far apart from the aim rotational frequency (it is usually a value 0 when it is a halt), since feedback control based on a rotational frequency difference is not performed, it is not said that excessive torque will be added to an output shaft and unnecessary power will be consumed.

[0034] Although a double lump is needed in this open loop control in order to realize optimal control from not acting feedback control For example, a decelerating operation means to search for the deceleration of the rotational frequency of said output shaft under activation of control at the time of said halt, A study means to fluctuate a study value by the size of said deceleration searched for, and to memorize, If it is made the configuration equipped with a decelerating range decision means to determine said predetermined range in control based on said memorized study value at the time of said halt of said halt tense activation means, since the range of decelerating can be learned, good control is

realizable.

[0035] Furthermore, as other examples of a configuration of control, the control which drives a motor so that the rotational frequency of the output shaft detected by the rotational frequency detection means may serve as a predetermined value in a predetermined path can be considered at the time of a halt. Here, a predetermined path means transition of the rotational frequency of the output shaft of a prime mover to the time amount of a from, when the fuel supply to a prime mover is suspended.

[0036] According to such a prime-mover control unit, when directions of the shutdown of a prime mover are made, the rotational frequency of the output shaft of a prime mover can be made into a predetermined value in a desired path. Therefore, the rotational frequency of the axis of rotation of a prime mover can be quickly made into a predetermined value, and the rotational frequency of the thing from which the rotational frequency of the output shaft of a prime mover serves as a predetermined value in a predetermined path for a short time, the thing which makes a predetermined path a predetermined value over many hours comparatively, then the axis of rotation of a prime mover can be gently made into a predetermined value. If the range of decelerating is restricted so that the torsion resonance field of an output shaft may be avoided, in any case, it will twist to an output shaft, and resonance will not produce it.

[0037] Furthermore, at the time of a halt, as control, the hand of cut of an output shaft shall perform control which drives a motor so that the torque of the reverse sense may be added to an output shaft until the rotational frequency of the detected output shaft serves as a predetermined value. In this case, the rotational frequency of the output shaft of a prime mover can be more quickly made into a predetermined value. Therefore, when the resonance field of torsional oscillation is between the rotational frequency of the output shaft of a prime mover when directions of the shutdown of a prime mover are made, and a predetermined value, it can pass through this field quickly and resonance phenomena can be prevented.

[0038] Moreover, in this prime-mover control unit, when the rotational frequency of an output shaft becomes as a part of control below the decision value set up as a value below a predetermined value at the time of a halt, it is also possible to perform control which drives a motor so that the predetermined torque which acts on the hand of cut of an output shaft may be added to an output shaft. If it carries out like this, the undershoot which may be produced in case rotation of an output shaft is suspended can be controlled, and vibration which may be produced in that case can be reduced.

[0039] Here, as how to calculate a decision value, although various methods can take, it is good also as what sets a decision value as a big value, for example, so that the absolute value of the deceleration of the rotational frequency of the output shaft under activation of control is large at the time of a halt. By enlarging a decision value, it can prevent beforehand that the rotational frequency of an output shaft undershoots, so that deceleration is large.

[0040] In addition, if it considers as the rotational frequency which is less than the resonance field of the torsional oscillation of the system which includes a predetermined value for an output shaft and the rotator of a motor, generating of torsion resonance can be controlled certainly.

[0041]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained based on an example. The block diagram showing the outline configuration of the power output unit 110 with which drawing 1 contains the engine control system as one example of this invention, explanatory drawing in which drawing 2 shows the details configuration of the power output unit 110 of an example, and drawing 3 are the block diagrams showing the outline configuration of the vehicles incorporating the power output unit 110 of an example. It explains from the configuration of the whole vehicles using drawing 3 first on account of explanation.

[0042] These vehicles are equipped with the engine 150 which outputs power by using a gasoline as a fuel as shown in drawing 3. This engine 150 inhales the gaseous mixture of the air inhaled through the throttle valve 166 from the inhalation-of-air system, and the gasoline injected from the fuel injection valve 151 to a combustion chamber 152, and changes into rotation of a crankshaft 156 movement of the piston 154 depressed by explosion of this gaseous mixture. Here, the closing motion drive of the throttle

valve 166 is carried out by the actuator 168. An ignition plug 162 forms a spark with the high voltage drawn through the distributor 160 from the ignitor 158, and gaseous mixture is lit by the spark and carries out explosion combustion of it by it.

[0043] Operation of this engine 150 is controlled by the electronic control unit (hereafter referred to as EFIECU) 170. The various sensors in which the operational status of an engine 150 is shown are connected to EFIECU170. For example, it is the rotational frequency sensor 176, the angle-of-rotation sensor 178, etc. which are prepared for the coolant temperature sensor 174 and distributor 160 which detect the water temperature of the throttle-valve position sensor 167 which detects the opening (position) of a throttle valve 166, the inlet-pipe negative pressure sensor 172 which detects the load of an engine 150, and an engine 150, and detect the rotational frequency and angle of rotation of a crankshaft 156. In addition, although the starting switch 179 which detects the condition ST of an ignition key was connected to EFIECU170 in addition to this, illustration of other sensors, a switch, etc. was omitted.

[0044] It is combined with planetary gear 120, the motor MG 1, and Motor MG 2 which are later mentioned through the damper 157 which controls the amplitude of the torsional oscillation produced in a crankshaft 156, and the crankshaft 156 of an engine 150 is combined with the differential gear 114 through the power transfer gear 111 which sets the axis of rotation as a driving shaft 112 further. Therefore, finally the power outputted from the power output unit 110 is transmitted to the driving wheel 116,118 on either side. It connects with the control unit 180 electrically, and drive control of a motor MG 1 and the motor MG 2 is carried out by this control unit 180. Although the configuration of a control unit 180 is explained in full detail later, the interior is equipped with Control CPU and accelerator pedal position-sensor 164a prepared in the shift position sensor 184 formed in the shift lever 182 or the accelerator pedal 164, brake-pedal position-sensor 165a prepared in the brake pedal 165 are connected. Moreover, the control unit 180 is exchanging various information by EFIECU170 and the communication link which were mentioned above. About control including the exchange of such information, it mentions later.

[0045] As shown in drawing 1, the power output unit 110 of an example Greatly The damper 157 which connects the crankshaft 156 and the carrier shaft 127 of an engine 150 and an engine 150, and controls the amplitude of the torsional oscillation of a crankshaft 156, the planetary gear 120 by which the planetary carrier 124 was combined with the carrier shaft 127, It consists of control units 180 which carry out drive control of the motor MG 2 combined with the ring wheel 122 of the motor MG 1 combined with the sun gear 121 of planetary gear 120, and planetary gear 120, and the motors MG1 and MG2.

[0046] Drawing 2 explains the configuration of planetary gear 120 and motors MG1 and MG2. The sun gear 121 combined with the sun gear shaft 125 in the air with which planetary gear 120 penetrated the shaft center on the carrier shaft 127, The ring wheel 122 combined with the carrier shaft 127 and the ring wheel shaft 126 of the same axle, Two or more planetary pinion gears 123 which revolve around the sun while it is arranged between a sun gear 121 and a ring wheel 122 and the periphery of a sun gear 121 is rotated, It consists of planetary carriers 124 which are combined with the edge of the carrier shaft 127 and support the axis of rotation of each planetary pinion gear 123 to revolve. In these planetary gear 120, 3 of the sun gear shaft 125 combined with the sun gear 121, the ring wheel 122, and the planetary carrier 124, respectively, the ring wheel shaft 126, and the carrier shaft 127 shafts are used as the I/O shaft of power, and if the power outputted and inputted among three shafts to any 2 shafts is determined, the power outputted and inputted by one residual shaft will become settled based on the power outputted and inputted biaxial [which was determined]. The details about I/O of the power to three shafts of these planetary gear 120 are mentioned later. In addition, the resolver 139,149,159 which detects angle-of-rotation thetas, thetar, and thetac, respectively is formed in the sun gear shaft 125, the ring wheel shaft 126, and the carrier shaft 127.

[0047] The power fetch gear 128 for the ejection of power is combined with the ring wheel 122. This power fetch gear 128 is connected to the power transfer gear 111 by the chain belt 129, and transfer of power is made between the power fetch gear 128 and the power transfer gear 111.

[0048] A motor MG 1 is constituted as a synchronous motor generator, and is equipped with Rota 132 which has two or more permanent magnets 135 in a peripheral face, and the stator 133 around which the three phase coil 134 which forms rotating magnetic field was wound. Rota 132 is combined with the sun gear shaft 125 combined with the sun gear 121 of planetary gear 120. A stator 133 carries out the laminating of the sheet metal of a non-oriented magnetic steel sheet, is formed, and is being fixed to the case 119. This motor MG 1 operates as a motor which carries out the rotation drive of Rota 132 by the interaction of the magnetic field by the permanent magnet 135, and the magnetic field formed with the three phase coil 134, and operates as a generator which makes the both ends of the three phase coil 134 produce electromotive force by the interaction of the magnetic field by the permanent magnet 135, and rotation of Rota 132.

[0049] A motor MG 2 is constituted as a synchronous motor generator like a motor MG 1, and is equipped with Rota 142 which has two or more permanent magnets 145 in a peripheral face, and the stator 143 around which the three phase coil 144 which forms rotating magnetic field was wound. Rota 142 is combined with the ring wheel shaft 126 combined with the ring wheel 122 of planetary gear 120, and the stator 143 is being fixed to the case 119. The stator 143 of a motor MG 2 also carries out the laminating of the sheet metal of a non-oriented magnetic steel sheet, and is formed. It operates as a motor or a generator like [this motor MG 2] a motor MG 1.

[0050] Next, the control unit 180 which carries out drive control of the motors MG1 and MG2 is explained. As shown in drawing 1, the control unit 180 consists of batteries 194 which are the control CPU 190 and the rechargeable battery which control the 1st drive circuit 191 which drives a motor MG 1, the 2nd drive circuit 192 which drives a motor MG 2, and both the drive circuit 191,192. Control CPU 190 is one chip microprocessor, and equips the interior with RAM190a for works, ROM190b which memorized the processing program, input/output port (not shown) and EFIECU170, and the serial communication port (not shown) that performs a communication link. In this control CPU 190, angle-of-rotation thetas of the sun gear shaft 125 from a resolver 139, Angle-of-rotation thetar of the ring wheel shaft 126 from a resolver 149, angle-of-rotation thetac of the carrier shaft 127 from a resolver 159, The accelerator pedal position AP from accelerator pedal position-sensor 164a (the amount of treading in of an accelerator pedal) The brake-pedal position BP from brake-pedal position-sensor 165a (the amount of treading in of a brake pedal), The shift position SP from the shift position sensor 184 The remaining capacity of the current values Iu1 and Iv1 from two current detectors 195,196 prepared in the 1st drive circuit 191, the current values Iu2 and Iv2 from two current detectors 197,198 prepared in the 2nd drive circuit 192, and a battery 194 The remaining capacity BRM from the remaining capacity detector 199 to detect etc. is inputted through input port. In addition, what the remaining capacity detector 199 measures the specific gravity of the electrolytic solution of a battery 194 or the weight of the whole battery 194, and detects remaining capacity, the thing which calculates the current value and time amount of charge and discharge, and detects remaining capacity, the thing which detects remaining capacity by making between the terminals of a battery short-circuit momentarily, and measuring sink internal resistance for current are known.

[0051] Moreover, from control CPU 190, the control signal SW2 which drives six transistors Tr11 as the control signal SW1 which drives six transistors Tr1 which are the switching elements prepared in the 1st drive circuit 191 thru/or Tr6, and a switching element prepared in the 2nd drive circuit 192 thru/or Tr16 is outputted. Six transistors Tr1 in the 1st drive circuit 191 thru/or Tr6 constitute the transistor inverter, two pieces are arranged at a time in a pair, respectively so that it may become a source and sink side to power supply Rhine L1 and L2 of a pair, and each of the three phase coil (UVW) 34 of a motor MG 1 is connected at the node. Power supply Rhine L1 and L2 controls sequentially the rate of the transistor Tr1 which makes a pair by control CPU 190 since it connects with the plus [of a battery 194], and minus side, respectively thru/or the ON time amount of Tr6 with a control signal SW1, and if the current which flows in each coil of the three phase coil 134 is made into a false sine wave by PWM control, rotating magnetic field will be formed with the three phase coil 134.

[0052] On the other hand, six transistors Tr11 of the 2nd drive circuit 192 thru/or Tr16 also constitute the transistor inverter, is arranged, respectively, and the node of the transistor which makes a pair is

connected to each of the three phase coil 144 of a motor MG 2. [as well as the 1st drive circuit 191] Therefore, the transistor Tr11 thru/or the ON time amount of Tr16 which makes a pair by control CPU 190 is sequentially controlled with a control signal SW2, and if the current which flows in each coil 144 is made into a false sine wave by PWM control, rotating magnetic field will be formed with the three phase coil 144.

[0053] Actuation of the power output unit 110 of the example which explained the configuration above is explained. In addition, by the following explanation, "power" is expressed with the gestalt of the product of the torque which acts on a shaft, and the rotational frequency of the shaft, and means the magnitude of the energy outputted to per unit time amount. On the other hand, a "power condition" shall show the operation point which becomes settled with the torque which gives a certain power, and the combination of a rotational frequency. Therefore, the "operation point" which gives a certain "power" will exist in an infinite number with torque and the combination of a rotational frequency. In addition, as the energy per unit time amount, i.e., "power" and the term of homonymy, the exchange of the energy in between [every] **, and since in other words it is controlled on the basis of the energy balance per unit time amount, the term "energy" uses a power output unit hereafter. Similarly, "power" and the "electrical energy" which mean the electrical energy per unit time amount are used as a term of homonymy.

[0054] The principle of operation of the power output unit 110 of an example, especially the principle of torque conversion are as follows. When operating an engine 150 on the operation point P1 of a rotational frequency Ne and Torque Te and operating the ring wheel shaft 126 on the operation point P2 of a rotational frequency Nr which is different although it is the same energy as the energy Pe outputted from this engine 150, and Torque Tr, the case where carry out torque conversion and the power outputted from an engine 150 is made to act on the ring wheel shaft 126 is considered. The engine 150 at this time, the rotational frequency of the ring wheel shaft 126, and the relation of torque are shown in drawing 4 .

[0055] Three shafts of planetary gear 120 (according to the place which device study teaches, the relation between the rotational frequency in the sun gear shaft 125, the ring wheel shaft 126, and the carrier shaft 127 or torque can be expressed as drawing called collinear drawing illustrated to drawing 5 and drawing 6 , and solution Lycium chinense grows in it geometrically.) In addition, the rotational frequency of three shafts and the relation of torque to planetary gear 120 are also analyzable in formula by calculating the energy of each shaft etc., even if it does not use above-mentioned collinear drawing. By this example, since explanation is easy, it explains using collinear drawing.

[0056] The axis of ordinate in drawing 5 is a rotational frequency shaft of three shafts, and a horizontal axis expresses the ratio of the location of the axis of coordinates of three shafts. That is, when the axes of coordinates S and R of the sun gear shaft 125 and the ring wheel shaft 126 are taken to both ends, the axis of coordinates C of the carrier shaft 127 is defined as a shaft which divides Shaft S and Shaft R interiorly to 1:rho. rho is the ratio of the number of teeth of a sun gear 121 to the number of teeth of a ring wheel 122 here, and it is expressed with a degree type (1).

[0057]

[Equation 1]

サンギヤの歯数

$\rho = \frac{\text{サンギヤの歯数}}{\text{リングギヤの歯数}}$

... (1)

[0058] The engine 150 is operated at the rotational frequency Ne, since the case where the ring wheel shaft 126 is operated at the rotational frequency Nr is considered, the rotational frequency Ne of an engine 150 can be now plotted on the axis of coordinates C of the carrier shaft 127 with which the crankshaft 156 of an engine 150 is combined, and a rotational frequency Nr can be plotted on the axis of coordinates R of the ring wheel shaft 126. If the straight line which passes along both this point is drawn, it can ask for the rotational frequency Ns of the sun gear shaft 125 as a rotational frequency expressed on the intersection of this straight line and axis of coordinates S. Hereafter, this straight line is called a collinear of operation. In addition, it can ask for a rotational frequency Ns by the proportion equation (degree type (2)) using a rotational frequency Ne and a rotational frequency Nr. Thus, in

planetary gear 120, if it opts for any two rotations among a sun gear 121, a ring wheel 122, and the planetary carrier 124, it will opt for one residual rotation based on two rotations for which it opted.

[0059]

[Equation 2]

$$N_s = N_r - (N_r - N_e) \frac{1 + \rho}{\rho} \quad \dots (2)$$

[0060] Next, the torque T_e of an engine 150 is made to act on the drawn collinear of operation upwards from drawing Nakashita by making the axis of coordinates C of the carrier shaft 127 into line of action. Since a collinear of operation can be dealt with as the rigid body at the time of making the force as a vector act to torque at this time, the torque T_e made to act on an axis of coordinates C is separable into the torque T_{es} on an axis of coordinates S, and the torque T_{er} on an axis of coordinates R with the technique of separation of the force to two parallel different line of action. The magnitude of Torque T_{es} and T_{er} is expressed by the degree type (3) at this time.

[0061]

[Equation 3]

$$T_{es} = T_e \times \frac{\rho}{1 + \rho}$$

$$T_{er} = T_e \times \frac{1}{1 + \rho} \quad \dots (3)$$

[0062] What is necessary is just to take balance of the force of a collinear of operation, in order for the collinear of operation to be stable in this condition. That is, magnitude is the same as Torque T_{es} , the torque T_{m1} with the opposite sense is made to act, magnitude is the same to resultant force with torque and Torque T_{er} with the opposite sense on an axis of coordinates R in the same magnitude as the torque T_r outputted to the ring wheel shaft 126, and the sense makes the opposite torque T_{m2} act on an axis of coordinates S. This torque T_{m1} can act by the motor MG 1, and torque T_{m2} can be made to act by the motor MG 2. Since torque is made to act on a rotational direction and the rotational reverse sense by the motor MG 1 at this time, a motor MG 1 will operate as a generator and revives electrical energy P_{m1} expressed with the product of torque T_{m1} and a rotational frequency N_s from the sun gear shaft 125. By the motor MG 2, since the direction of torque is the same as the direction of rotational, a motor MG 2 operates as a motor and is outputted to the ring wheel shaft 126 by making into power electrical energy P_{m2} expressed by the product of torque T_{m2} and a rotational frequency N_r .

[0063] Here, if electrical energy P_{m1} and electrical energy P_{m2} are made equal, all the power consumed by the motor MG 2 can be revived by the motor MG 1, and it can be provided. What is necessary is for that just to make equal the thing which outputs all the inputted energy then the energy P_e outputted from an engine 150 since it is good, and energy P_r outputted to the ring wheel shaft 126. That is, the energy P_e expressed with the product of Torque T_e and a rotational frequency N_e and energy P_r expressed with the product of Torque T_r and a rotational frequency N_r are made equal. If it compares with drawing 4, torque conversion will be carried out and the power expressed with the torque T_e outputted from the engine 150 currently operated on the operation point P1 and a rotational frequency N_e will be outputted to the ring wheel shaft 126 as power expressed with the same energy at Torque T_r and a rotational frequency N_r . As mentioned above, the power outputted to the ring wheel shaft 126 is transmitted to a driving shaft 112 by the power fetch gear 128 and the power transfer gear 111, and is transmitted to a driving wheel 116,118 through a differential gear 114. Therefore, since linear relation is materialized for the power outputted to the ring wheel shaft 126, and the power transmitted to a driving wheel 116,118, the power transmitted to a driving wheel 116,118 is controllable by controlling the power outputted to the ring wheel shaft 126.

[0064] Although the rotational frequency N_s of the sun gear shaft 125 is positive in collinear drawing shown in drawing 5, as shown in collinear drawing shown in drawing 6, it may become negative at the rotational frequency N_e of an engine 150, and the rotational frequency N_r of the ring wheel shaft 126. At

this time, by the motor MG 1, since the direction of rotational and the direction where torque acts become the same, a motor MG 1 operates as a motor and consumes electrical energy P_{m1} expressed by the product of torque T_{m1} and a rotational frequency N_s . On the other hand, by the motor MG 2, since the direction of rotational and the direction where torque acts become reverse, a motor MG 2 will operate as a generator and will revive electrical energy P_{m2} expressed by the product of torque T_{m2} and a rotational frequency N_r from the ring wheel shaft 126. In this case, if electrical energy P_{m1} consumed by the motor MG 1 and electrical energy P_{m2} revived by the motor MG 2 are made equal, electrical energy P_{m1} consumed by the motor MG 1 can be exactly provided by the motor MG 2.

[0065] As mentioned above, although the fundamental torque conversion in the power output unit 110 of an example was explained. The power outputted from an engine 150 besides the actuation which the power output unit 110 of an example carries out torque conversion of all the power outputted from such an engine 150, and is outputted to the ring wheel shaft 126 (product of Torque T_e and a rotational frequency N_e), By adjusting electrical energy P_{m1} revived or consumed by the motor MG 1, and electrical energy P_{m2} consumed or revived by the motor MG 2 It can consider as the actuation which finds out excessive electrical energy and charges a battery 194, or can also consider as various actuation, such as actuation with which the electrical energy running short is compensated with the power stored in the battery 194.

[0066] In addition, the above principle of operation explained the conversion efficiency of the power by planetary gear 120, a motor MG 1, a motor MG 2 and a transistor $Tr1$, or $Tr16$ as a value 1 (100%). Since it is less than one value in fact, it is necessary to consider as a bigger value a little than the energy P_r which outputs the energy P_e outputted from an engine 150 to the ring wheel shaft 126, or to make energy P_r outputted to the ring wheel shaft 126 at reverse into a value [a little] smaller than the energy P_e outputted from an engine 150. For example, what is necessary is just to consider as the value computed by multiplying by the inverse number of conversion efficiency by the energy P_r outputted to the ring wheel shaft 126 in the energy P_e outputted from an engine 150. Moreover, what is necessary is to consider as the value computed from what multiplied the power revived by the motor MG 1 in the state of collinear drawing of drawing 5 in the torque T_{m2} of a motor MG 2 by the effectiveness of both motors, and just to compute the power consumed by the motor MG 1 in the state of collinear drawing of drawing 6 from what was broken by effectiveness of both motors. In addition, although energy is lost as heat by machine friction etc. in planetary gear 120, there are very few the amounts of losses, if it sees from the amount of whole, and the effectiveness of the synchronous motor used for motors MG1 and MG2 is very close to a value 1. Moreover, very small things, such as GTO, are known also for a transistor $Tr1$ thru/or the on resistance of $Tr16$. Therefore, since it becomes a thing near a value 1, and the following explanation is also easy for explanation, the conversion efficiency of power is dealt with as a value 1 (100%), unless it shows clearly.

[0067] Next, in the vehicles which are in a run state by such torque control, the shift control at the time of suspending operation of an engine 150 is explained based on the engine shutdown control routine illustrated to drawing 7 with a run state. This routine is performed, when there are directions of the switch to the operation mode by the motor MG 2 by the operator, or when the operation mode by the motor MG 2 is chosen by the operation mode judging processing which is performed by the control CPU 190 of a control unit 180 and which is not illustrated.

[0068] If an engine shutdown control routine is performed, the control CPU 190 of a control unit 180 will output the signal of engine shutdown to EFIECU170 by communication link first (step S100). EFIECU170 which received the shutdown signal of an engine 150 stops impression of the voltage to an ignition plug 162 while suspending the fuel injection from a fuel injection valve 151, and it makes a throttle valve 166 further a close by-pass bulb completely. Operation of an engine 150 stops by such processing.

[0069] Then, control CPU 190 performs processing which inputs the rotational frequency N_e of an engine 150 (step S102). It can ask for the rotational frequency N_e of an engine 150 from angle-of-rotation θ_{ac} of the carrier shaft 127 detected by the resolver 159 prepared in the carrier shaft 127 combined through the crankshaft 156 and the damper 157. In addition, direct detection of the rotational

frequency N_e of an engine 150 can also be carried out also by the rotational frequency sensor 176 prepared for the distributor 160. In this case, control CPU 190 will receive the information on a rotational frequency N_e from EFIECU170 connected to the rotational frequency sensor 176 by communication link.

[0070] An input of the rotational frequency N_e of an engine 150 sets up the initial value of the time counter TC based on the inputted rotational frequency N_e (step S104). Here, an increment is carried out in case the repeat step S106 thru/or processing of S116 are performed, as the time counter TC is an argument used when setting up aim rotational frequency N_e^* of an engine 150 at step S108 mentioned later and is shown in step S106. A setup of the initial value of this time counter TC is performed using the map at the time of setting up aim rotational frequency N_e^* of an engine 150 by making the time counter TC into an argument, for example, the map shown in drawing 8. As shown in drawing 8, a setup of the time counter TC takes a rotational frequency N_e on an axis of ordinate (shaft of aim rotational frequency N_e^*), and is performed by calculating the value of the time counter TC corresponding to this.

[0071] If the time counter TC is set up, the set-up time counter TC will be incremented (step S106), and aim rotational frequency N_e^* of an engine 150 will be set up using the map shown in this time counter TC which incremented and drawing 8 (step S108). In a setup of aim rotational frequency N_e^* , the time counter TC is taken on a horizontal axis (shaft of the time counter TC), and it is carried out by asking for aim rotational frequency N_e^* corresponding to this. In addition, signs that it asked for aim rotational frequency N_e^* as "TC+1" which applied the value 1 to the initial value of the time counter TC were displayed on drawing 8. Then, the rotational frequency N_e of an engine 150 is inputted (step S110), and torque command value T_{m1}^* of a motor MG 1 is set up by the degree type (4) using the inputted rotational frequency N_e and set-up aim rotational frequency N_e^* (step S112). The 1st term of the right-hand side in a formula (4) is a proportional which negates the deflection from aim rotational frequency N_e^* of a rotational frequency N_e here, and the 2nd term of the right-hand side is an integral term which abolishes steady-state deviation. In addition, K_1 and K_2 are proportionality constants.

[0072]

[Equation 4]

$$T_{m1}^* \leftarrow K_1 (N_e^* - N_e) + K_2 \int (N_e^* - N_e) dt \quad \dots (4)$$

[0073] Then, torque command value T_{m2}^* of a motor MG 2 is set up by the degree type (5) using command value Tr^* of torque and torque command value T_{m1}^* of a motor MG 1 which should be outputted to the ring wheel shaft 126 (step S114). Where operation of an engine 150 is suspended, when the 2nd term of the right-hand side in a formula (5) outputs the torque of torque command value T_{m1}^* from a motor MG 1, it is torque which acts on the ring wheel shaft 126 through planetary gear 120, and K_3 is a proportionality constant. If K_3 is in the condition of balance of the collinear of operation in collinear drawing, it is a value 1, but since it is a transient in the case of the shutdown of an engine 150 and the part of the torque outputted from a motor MG 1 is used for change of movement of the system of inertia which consists of an engine 150 and a motor MG 1, it becomes a value smaller than a value 1. What is necessary is to search for the torque (inertia torque) which multiplies the moment of inertia seen from the motor MG 1 of an above-mentioned system of inertia by the angular acceleration of the sun gear shaft 125, and is used for change of movement of a system of inertia, and just to break what subtracted this from torque command value T_{m1}^* by gear ratio ρ , in order to search for this torque correctly. In the example, since torque command value T_{m1}^* set up by this routine was a comparatively small value, count was simplified using the proportionality constant K_3 . In addition, command value Tr^* of the torque which should be outputted to the ring wheel shaft 126 is set up based on the demand torque configuration routine illustrated to drawing 9 based on the amount of treading in of the accelerator pedal 164 by the operator. Hereafter, the processing which sets up this torque command value Tr^* is explained briefly.

[0074]

[Equation 5]

$$T_{m2*} \leftarrow T_{r*} - K_3 \times \frac{T_{m1*}}{\rho} \quad \dots (5)$$

[0075] Repeat activation of the demand torque configuration routine of drawing 9 is carried out for every (for example, 8msec) predetermined time. If this routine is performed, the control CPU 190 of a control unit 180 will perform first processing which reads the rotational frequency Nr of the ring wheel shaft 126 (step S130). It can ask for the rotational frequency Nr of the ring wheel shaft 126 from angle-of-rotation thetar of the ring wheel shaft 126 detected by the resolver 149. Then, processing which inputs the accelerator pedal position AP detected by accelerator pedal position-sensor 164a is performed (step S132). Since an accelerator pedal 164 is broken in when it senses that an operator's output torque is insufficient, the accelerator pedal position AP corresponds to the torque which should be outputted to the ring wheel shaft 126, as a result a driving wheel 116,118. If the accelerator pedal position AP is read, processing which derives torque command value Tr* which is the desired value of the torque which should be outputted to the ring wheel shaft 126 based on the read accelerator pedal position AP and the rotational frequency Nr of the ring wheel shaft 126 will be performed (step S134). The torque which should be outputted to the ring wheel shaft 126 is derived without the ability being able to draw the torque which should be outputted to a driving wheel 116,118 here because the ring wheel shaft 126 will result in deriving the torque which should be outputted to a driving wheel 116,118, if the torque which should be outputted to the ring wheel shaft 126 is derived, since it is mechanically combined with the driving wheel 116,118 through the power fetch gear 128, the power transfer gear 111, and the differential gear 114. In addition, in the example, the value of torque command value Tr* shall be derived based on the map which memorized beforehand the map in which the relation between the rotational frequency Nr of the ring wheel shaft 126, and the accelerator pedal position AP and torque command value Tr* is shown to ROM190b, and was memorized to the read accelerator pedal position AP, the rotational frequency Nr of the ring wheel shaft 126, and ROM190b when the accelerator pedal position AP was read. An example of this map is shown in drawing 10.

[0076] In this way, if torque command value Tm1* of a motor MG 1 is set up at step S112 and torque command value Tm2* of a motor MG 2 is set up at step S114 By the control routine of the motor MG 2 illustrated to the control routine and drawing 12 of the motor MG 1 illustrated to drawing 11 by which repeat activation is carried out for every (every [for example,] 4msec) predetermined time using interrupt processing A motor MG 1 and a motor MG 2 are controlled so that the torque of the set-up command value is outputted from a motor MG 1 and a motor MG 2. About control of such a motor MG 1 and control of a motor MG 2, it mentions later.

[0077] Next, the control CPU 190 of a control unit 180 compares the rotational frequency Ne and threshold Nref of an engine 150 (step S116). Here, a threshold Nref is set up as a value near the value set up as aim rotational frequency Ne* of an engine 150 in processing of the operation mode by the motor MG 2. In the example, since aim rotational frequency Ne* of the engine 150 in processing of the operation mode by the motor MG 2 is set as the value 0, the threshold Nref is set up as a value near the value 0. In addition, this value is a value smaller than the lower limit of the rotational frequency field where the system combined with the crankshaft 156 combined by the damper 157 and the carrier shaft 127 produces resonance phenomena. Therefore, when the rotational frequency Ne of an engine 150 is larger than a threshold Nref, it is still in the transient of the shutdown of an engine 150, it judges that it has not become under the lower limit of the rotational frequency field which produces resonance phenomena, and repeat activation of return, step S106, or the processing of S116 is carried out at step S106. If repeat activation of step S106 thru/or the processing of S116 is carried out, the increment of the time counter TC is carried out, and since aim rotational frequency Ne* of an engine 150 is set up as a smaller value based on the map shown in drawing 8, the rotational frequency Ne of an engine 150 becomes small each time with the inclination of aim rotational frequency Ne* of the map shown in drawing 8, and the same inclination. Therefore, beyond the inclination of a natural change of the

rotational frequency N_e when the fuel injection to an engine 150 stops the inclination of aim rotational frequency N_e^* , then the rotational frequency N_e of an engine 150 can be promptly made small, and the rotational frequency N_e of under the inclination of a natural change of a rotational frequency N_e , then an engine 150 can be gently made small. In the example, since it assumes passing through the rotational frequency field which produces above-mentioned resonance phenomena, the inclination of aim rotational frequency N_e^* is set up beyond the inclination of a natural change of a rotational frequency N_e .

[0078] On the other hand, if the rotational frequency N_e of an engine 150 becomes below the threshold N_{ref} , while setting the cancellation torque T_c as torque command value T_{m1}^* of a motor MG 1 (step S118), torque command value T_{m2}^* of a motor MG 2 is set up by the top type (6) (step S120), and it waits to carry out predetermined time progress (step S122). Here, the cancellation torque T_c is the torque for preventing so-called undershooting [from which the rotational frequency N_e of an engine 150 serves as a negative value]. In addition, when suspending operation of an engine 150 positively by the motor MG 1 which receives PI control, it mentioned above about the reason which the rotational frequency N_e of an engine 150 undershoots.

[0079] If predetermined time progress is carried out where the cancellation torque T_c is outputted from a motor MG 1, while setting a value 0 as torque command value T_{m1}^* of a motor MG 1 (step S124), torque command value T_r^* is set as torque command value T_{m2}^* of a motor MG 2 (step S126), and processing of the operation mode by the motor MG 2 which does not end and illustrate this routine is performed.

[0080] Next, control of a motor MG 1 is explained based on the control routine of the motor MG 1 illustrated to drawing 11. If this routine is performed, the control CPU 190 of a control unit 180 will perform first processing which inputs angle-of-rotation θ_{s1} of the sun gear shaft 125 from a resolver 139 (step S180), and will perform processing which searches for the electrical angle θ_1 of a motor MG 1 from angle-of-rotation θ_{s1} of the sun gear shaft 125 (step S181). In the example, since the synchronous motor of four pole pairs is used as a motor MG 1, $\theta_1 = 4\theta_{s1}$ will be calculated. Then, processing which detects the current I_{u1} and I_{v1} which is flowing to U phase and V phase of the three phase coil 134 of a motor MG 1 with the current detector 195,196 is performed (step S182). Although current is flowing to the three phase of U, V, and W, since the total is zero, it is sufficient if the current which flows to two phases is measured. In this way, coordinate transformation (three phase -> two phase-number conversion) is performed using the current of the obtained three phase (step S184). Coordinate transformation is changing into the current value of d shaft of the synchronous motor of a permanent-magnet type, and q shaft, and is performed by calculating a degree type (6). Coordinate transformation is performed in the synchronous motor of a permanent-magnet type here because it is an amount with the current of d shaft and q shaft essential when controlling torque. It is also possible to control from the first with a three phase.

[0081]

[Equation 6]

$$\begin{bmatrix} I_{d1} \\ I_{q1} \end{bmatrix} = \sqrt{2} \begin{bmatrix} -\sin(\theta_s - 120) & \sin\theta_s \\ -\cos(\theta_s - 120) & \cos\theta_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{u1} \\ I_{v1} \end{bmatrix} \quad \dots \quad (6)$$

[0082] Next, after changing into a biaxial current value, processing which asks for current command value I_{d1}^* of each shaft searched for from torque command value T_{m1}^* in a motor MG 1, I_{q1}^* , the current I_{d1} and I_{q1} that actually flowed on each shaft, and deflection, and calculates the voltage command values V_{d1} and V_{q1} of each shaft is performed (step S186). That is, the following formulas (7) are calculated. Here, K_{p1} , K_{p2} , K_{i1} , and K_{i2} are coefficients respectively. These coefficients are adjusted so that the property of the motor to apply may be suited. In addition, the voltage command values V_{d1} and V_{q1} are calculated from the portion (the 1st term of the formula (7) 1st type right-hand side) proportional to deflection θ with current command value I^* , and an accumulated part (the 2nd

term of this right-hand side) of the past of i batch of deflection $**I$.

[0083]

[Equation 7]

$$V_{d1} = K_{p1} \cdot \Delta I_{d1} + \Sigma K_{i1} \cdot \Delta I_{d1}$$

$$V_{q1} = K_{p2} \cdot \Delta I_{q1} + \Sigma K_{i2} \cdot \Delta I_{q1} \quad \dots (7)$$

[0084] Then, coordinate transformation (two phase -3 phase-number conversion) equivalent to the inverse transformation of the conversion which performed the voltage command value calculated in this way at step S184 is performed (step S188), and processing which asks for the voltage V_{u1} , V_{v1} , and V_{w1} actually impressed to the three phase coil 134 is performed. It asks for each voltage by the degree type (8).

[0085]

[Equation 8]

$$\begin{bmatrix} V_{u1} \\ V_{v1} \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos \theta_s & -\sin \theta_s \\ \cos (\theta_s - 120) & -\sin (\theta_s - 120) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{d1} \\ V_{q1} \end{bmatrix}$$

$$V_{w1} = -V_{u1} - V_{v1} \quad \dots (8)$$

[0086] Since actual armature-voltage control is made by the transistor $Tr1$ of the 1st drive circuit 191 thru/or the on-off time amount of $Tr6$, it carries out PWM control of each transistor $Tr1$ thru/or the ON time amount of $Tr6$ so that it may become each voltage command value calculated by the formula (8) (step S199).

[0087] If the sense of the torque [in / for the sign of torque command value T_{m1}^* of a motor MG 1 / collinear drawing of drawing 5 or drawing 6] T_{m1} is made positive here Even if torque command value T_{m1}^* of the same positive value is set up, when the sense on which torque command value T_{m1}^* acts like the condition of collinear drawing of drawing 5 differs from the sense of rotation of the sun gear shaft 125, regenerative control is made, and power running control is made like the condition of collinear drawing of drawing 6 at the time of the same direction. However, since power running control of a motor MG 1 and regenerative control control the transistor $Tr1$ of the 1st drive circuit 191 thru/or $Tr6$ so that positive torque acts on the sun gear shaft 125 by the permanent magnet 135 attached in the peripheral face of Rota 132, and the rotating magnetic field produced according to the current which flows in the three phase coil 134 if torque command value T_{m1}^* is positive, they turn into the same switching control. That is, if the sign of torque command value T_{m1}^* is the same, even if control of a motor MG 1 is regenerative control and it is power running control, it will become the same switching control. Therefore, all of the regenerative control and power running control by the control routine of the motor MG 1 of drawing 11 can be performed. Moreover, since the direction of change of angle-of-rotation θ_s of the sun gear shaft 125 read at step S180 only becomes reverse when torque command value T_{m1}^* is negative, the control routine of the motor MG 1 of drawing 11 can also perform control at this time.

[0088] Next, control of a motor MG 2 is explained based on the control routine of the motor MG 2 illustrated to drawing 12 . Control processing of a motor MG 2 is replaced with torque command value T_{m1}^* and angle-of-rotation θ_s of the sun gear shaft 125 among control processings of a motor MG 1, and is completely the same as control processing of a motor MG 1 except for the point using torque command value T_{m2}^* and angle-of-rotation θ_{tar} of the ring wheel shaft 126. Namely, while detecting angle-of-rotation θ_{tar} of the ring wheel shaft 126 using a resolver 149 (step S190) The electrical angle θ_2 of a motor MG 2 is computed from detected angle-of-rotation θ_{tar} (step S191). Then, each phase current of a motor MG 2 is detected using the current detector 197,198 (step S192). Then, the operation of coordinate transformation (step S194) and the voltage command values V_{d2} and V_{q2} is performed (step S196). Furthermore, backseat label conversion (step S198) of a voltage command value is performed, the transistor $Tr11$ of the 2nd drive circuit 192 of a motor MG 2 thru/or the on-off control

time amount of Tr_{16} are found, and PWM control is performed (step S199).

[0089] Although power running control of the motor MG 2 is carried out by the sense of torque command value $Tm2^*$, and the sense of rotation of the ring wheel shaft 126 here or regenerative control is carried out, both power running control and regenerative control can be performed by control processing of the motor MG 2 of drawing 12 like a motor MG 1. In addition, in the example, the sign of torque command value $Tm2^*$ of a motor MG 2 made positive the sense of the torque $Tm2$ at the time of the condition of collinear drawing of drawing 5.

[0090] Next, the situation of change, such as the rotational frequency Ne of the engine 150 in the case of halt control of such an engine 150 and the torque $Tm1$ of a motor MG 1, is explained using explanatory drawing illustrated to collinear drawing illustrated to drawing 13 thru/or drawing 15, and drawing 16. Drawing 13 is collinear drawing when the engine shutdown control routine of drawing 7 begins and is performed, drawing 14 is collinear drawing when repeat activation of step S106 of an engine shutdown control routine thru/or the processing of S116 is carried out several times, and drawing 15 is collinear drawing when the rotational frequency Ne of an engine 150 becomes below the threshold $Nref$. In the example, since the inclination of aim rotational frequency Ne^* in the map of drawing 8 is set up beyond the inclination of a natural change of a rotational frequency Ne , as shown in drawing 13 and drawing 14, the torque $Tm1$ outputted from a motor MG 1 acts in the direction which makes the rotational frequency Ne of an engine 150 small compulsorily. Therefore, since the rotational frequency Ns of the sun gear shaft 125 serves as a negative value as it operates as a generator and is shown in drawing 14 after that, since torque $Tm1$ serves as a hand of cut of the sun gear shaft 125, and reverse sense when an engine shutdown control routine begins and is performed, a motor MG 1 will operate as a motor. Since the PI control of the motor MG 1 is carried out based on the rotational frequency Ne of an engine 150, and aim rotational frequency Ne^* at this time, as it is shown in drawing 16, the rotational frequency Ne of an engine 150 is late for aim rotational frequency Ne^* a little, and it changes. In addition, since the rotational frequency Ns of the sun gear shaft 125 may serve as a negative value as explained using drawing 6 depending on the rotational frequency Ne of an engine 150 and the rotational frequency Nr of the ring wheel shaft 126 in the condition before directions of the shutdown of an engine 150 are outputted, collinear drawing of drawing 14 may turn into collinear drawing when an engine shutdown control routine begins and is performed. In this case, a motor MG 1 will operate as a motor from the start.

[0091] Since the fuel supply to an engine 150 stops in the state of such drawing 13 and collinear drawing of drawing 14, there is no output of the torque from an engine 150. However, since the torque $Tm1$ which makes the rotational frequency Ne of an engine 150 small compulsorily from a motor MG 1 is outputted, the torque Tsc as the reaction will act on the carrier shaft 127. On the other hand, the torque Tsr outputted to the ring wheel shaft 126 through planetary gear 120 in connection with the torque $Tm2$ outputted from a motor MG 2 and the torque $Tm1$ outputted from a motor MG 1 acts on the ring wheel shaft 126. Although the torque Tsr which acts on this ring wheel shaft 126 can be searched for from change of movement of the system of inertia which consists of an engine 150 and a motor MG 1, and balance of a collinear of operation as mentioned above, it is comparable as the 2nd term of the right-hand side of a formula (5). Therefore, the torque of abbreviation torque command value Tr^* will be outputted to the ring wheel shaft 126.

[0092] At step S116 of the engine shutdown control routine of drawing 7, if the rotational frequency Ne of an engine 150 becomes below the threshold $Nref$, since the cancellation torque Tc is outputted from a motor MG 1, it will stop without carrying out undershoot shown in the dashed line of drawing 16, and the rotational frequency Ne of an engine 150 will shift to processing of the operation mode by the motor MG 2 smoothly. In the example, torque command value $Tm1^*$ of a motor MG 1 is made into the value 0 at the time of the operation mode by this motor MG 2. For this reason, a collinear of operation settles in the smallest condition of the sum of energy required for making energy and Motor MG 1 required for making an engine 150 idle. In the example, the energy which friction, compression, etc. of energy required for making an engine 150 idle since the engine 150 uses the gasoline engine, i.e., the piston of an engine 150, take becomes larger than energy required for making Rota 132 of a motor MG 1 idle.

Therefore, an engine 150 stops and a collinear of operation will be in the condition that a motor MG 1 idles, as shown in collinear drawing of drawing 15 . In addition, in collinear drawing of drawing 15 , the cancellation torque T_c outputted from a motor MG 1 was indicated.

[0093] According to the power output unit 110 of an example explained above, after there are directions of the shutdown of an engine 150, the rotational frequency N_e of an engine 150 can be quickly made into a value 0. Therefore, the rotational frequency of the field which produces the resonance phenomena of the torsional oscillation which made the engine 150 and the motor MG 1 the inertia mass can be passed quickly. Consequently, the damper 157 which controls the amplitude of torsional oscillation can be made into the thing of a simple configuration.

[0094] Moreover, according to the power output unit 110 of an example, since the cancellation torque T_c of the direction which the rotational frequency N_e of an engine 150 increases just before the rotational frequency N_e of an engine 150 becomes a value 0 is outputted from a motor MG 1, the undershoot of the rotational frequency N_e of an engine 150 can be controlled. Consequently, generating of vibration which may be produced by undershoot, an allophone, etc. can be prevented.

[0095] Although it was made for the inclination of aim rotational frequency N_e^* to output the torque T_{m1} which makes the rotational frequency N_e of an engine 150 small compulsorily from a motor MG 1 in the power output unit 110 of an example using a bigger map (map of drawing 8) than a natural change of the rotational frequency N_e of an engine 150 It replaces with the map of drawing 8 and you may make it the rotational frequency N_e of an engine 150 change gently using a map with the inclination of aim rotational frequency N_e^* smaller than a natural change of the rotational frequency N_e of an engine 150. If it carries out like this, the rotational frequency N_e of an engine 150 can be changed gently.

[0096] Moreover, you may make it the rotational frequency N_e of an engine 150 change automatically using the map on which it replaces with the map of drawing 8 , and the inclination of aim rotational frequency N_e^* becomes the same as a natural change of the rotational frequency N_e of an engine 150. In this case, what is necessary is just to set a value 0 as torque command value T_{m1}^* of a motor MG 1, while suspending operation of an engine 150. The engine shutdown control routine in this case is illustrated to drawing 17 . By this routine, while setting a value 0 as torque command value T_{m1}^* of a motor MG 1 (step S202), torque command value T_r^* is set as torque command value T_{m2}^* of a motor MG 2 (step S210). For this reason, torque will change from the motor MG 1 towards the smallest condition (condition of collinear drawing of drawing 15) of the sum of energy required for making energy and Motor MG 1 required for making an engine 150 idle in any way, consuming the kinetic energy of an engine 150 or a motor MG 1 by friction, compression, etc. of the piston of an engine 150, since it will not be outputted. Thus, since power is not consumed by the thing which does not output torque at all from a motor MG 1, then the motor MG 1, the energy efficiency of the whole equipment can be raised. In addition, the engine shutdown control routine of drawing 17 can serve as processing of the operation mode by the motor MG 2 as it is.

[0097] Although aim rotational frequency N_e^* of the engine 150 in the operation mode by the motor MG 2 was made into the value 0, and the threshold N_{ref} was made into the value 0 or the value of that near in the power output unit 110 of an example so that it might become this value, aim rotational frequency N_e^* of the engine 150 in the operation mode by the motor MG 2 is made into values other than value 0, and it is good also considering a threshold N_{ref} as that value or a value of that near. For example, it is the case where make aim rotational frequency N_e^* of an engine 150 into the value of idle rpm, and a threshold N_{ref} is made into the value near idle rpm or the idle rpm etc.

[0098] Although control of the rotational frequency N_e of the engine 150 at the time of suspending operation of an engine 150 was explained with the power output unit 110 of an example while vehicles were running (i.e., when it is in the condition which the ring wheel shaft 126 is rotating) When vehicles have stopped (i.e., when it is in the condition which the ring wheel shaft 126 is not rotating), you may apply to control of the rotational frequency N_e of the engine 150 at the time of suspending operation of an engine 150.

[0099] Although setting processing of torque command value T_{m1}^* of a motor MG 1 and setting

processing of torque command value $Tm2^*$ of a motor MG 2 were carried out as processing of an engine shutdown control routine in the power output unit 110 of an example. It is good also as what performs setting processing of torque command value $Tm1^*$ of a motor MG 1 as one of the processings of control of a motor MG 1, and performs setting processing of torque command value $Tm2^*$ of a motor MG 2 as one of the processings of control of a motor MG 2.

[0100] Although the power outputted to the ring wheel shaft 126 was taken out from between a motor MG 1 and motors MG 2 through the power fetch gear 128 combined with the ring wheel 122 in the power output unit 110 of an example, as shown in power output unit 110A of the modification of drawing 18, it is good also as what extends and picks out the ring wheel shaft 126 from a case 119. Moreover, as shown in power output unit 110B of the modification of drawing 19, you may arrange so that it may become the order of planetary gear 120, a motor MG 2, and a motor MG 1 from an engine 150 side. In this case, sun gear shaft 125B may not be hollow, and ring wheel shaft 126B needs to be taken as a hollow shaft. If it carries out like this, the power outputted to ring wheel shaft 126B can be taken out from between an engine 150 and motors MG 2.

[0101] Next, the 2nd example of this invention is explained. Although the 2nd operation is equipped with the hardware configuration of the 1st example and abbreviation identities, as shown in drawing 20, it differs compared with the 1st example at the point which equips an engine 150 with the closing motion timing modification device 153. Moreover, the contents of the processing which a control unit 180 performs also differ. First, a difference of a hardware configuration is explained with reference to drawing 20.

[0102] The closing motion timing modification device 153 adjusts the closing motion timing of inlet-valve 150a of an engine 150, and shows the detailed configuration to drawing 21. Usually, opening and closing intake valve 150a by the cam attached in the inhalation-of-air cam shaft 240, exhaust air bulb 150b has become the device opened and closed by the cam attached in the exhaust air cam shaft 244. The exhaust air cam-shaft timing gear 246 combined with the inhalation-of-air cam-shaft timing gear 242 combined with the appearance which intake valve 150a and exhaust air bulb 150b can open and close to the timing according to the rotational frequency of an engine 150, and the inhalation-of-air cam shaft 240, and the exhaust air cam shaft 244 is connected with the crankshaft 156 by the timing belt 248. In addition to such a usual configuration, the inhalation-of-air cam-shaft timing gear 242 and the inhalation-of-air cam shaft 240 are combined through the VVT pulley 250 which operates with oil pressure, and OCV254 which is the control bulb of input oil pressure is formed in the VVT pulley 250 at the closing motion timing modification device 153. The interior of the VVT pulley 250 is constituted from combination of the movable movable piston 252 by shaft orientations with this oil pressure. In addition, the oil pressure inputted into the VVT pulley 250 is supplied by the engine oil pump 256.

[0103] The working principle of this closing motion timing modification device 153 is as follows. EFIECU170 determines the closing motion timing of a bulb according to the operation condition of an engine 150, and outputs the control signal which controls closing motion of OCV254. Consequently, the oil pressure inputted into the VVT pulley 250 changes, and the adjustable piston 252 moves to shaft orientations. Since the slot is minced in the direction of slant to the shaft at the adjustable piston 252, rotation of the adjustable piston 252 is also produced with migration to the above-mentioned shaft orientations, and whenever [setting-angle / of the inhalation-of-air cam shaft 240 combined with the adjustable piston 252 and the inhalation-of-air cam-shaft timing gear 242] is changed. In this way, the closing motion timing of intake valve 150a can be changed, and bulb overlap can be changed. In addition, the above-mentioned VVT pulley 250 is formed only in the inhalation-of-air cam-shaft 240 side, and since it has not prepared in the exhaust air cam shaft 244, bulb overlap is controlled by this example by controlling the closing motion timing of an intake valve.

[0104] Next, control of the control unit 180 in the 2nd example is explained. Drawing 22 is a flow chart which shows the engine shutdown tense manipulation routine in the 2nd example. This engine shutdown tense manipulation routine is performed by interruption processing every 8msec, after decision that it sees from the power calculated in an engine 150 from the run state of a vehicle, the remaining capacity SOC of a battery 194, etc. and an engine 150 is suspended is made and the fuel injection to delivery and

an engine 150 suspends a command to that effect to EFIECU170. Starting of this routine first performs processing (step S300) which sets the current aim torque STG of a motor MG 1 as Variable STGold, processing (step S305) which sets up the reduction torque STGmn, and processing (step S310) which anneals and sets up the processing time mntg of processing. Here, the reduction torque STGmn is the value beforehand set up corresponding to the rotational frequency Nr of the ring wheel shaft 126, i.e., the vehicle speed, as illustrated to drawing 23. In the example, the relation shown in drawing 23 is beforehand memorized in ROM190b, and the reduction torque STGmn is set up according to the rotational frequency Nr of the ring wheel shaft 126. The reduction torque STGmn is torque which a motor MG 1 adds to the carrier shaft 127, as a result a crankshaft 156 positively, in order to reduce the rotational frequency of the engine 150 by which fuel injection was suspended. Moreover, it anneals and the processing time mntg of processing is time amount which sets up the rate of the relaxation in the processing eased in order to prevent generating of a torque shock from the value which was able to ask for the rate of reducing a rotational frequency, on the operation in the rotational frequency reduction processing in the open loop control mentioned later. This is set as a small value according to the rotational frequency Nr of the ring wheel shaft 126 so that it may illustrate to drawing 24. The direction which eased the rate of annealing the rotational frequency Nr of the ring wheel shaft 126, so that the vehicle speed is small, since the vehicle speed is supported, and it making the processing time mntg of processing a big value, and reducing a torque command value is because generating of a torque shock can be prevented. The treatment of the processing time mntg is explained in an open loop control (step S350).

[0105] After performing many of these control settings next, it judges whether conditions 1 are satisfied (step S320). In conditions 1, it is decision whether the conditions which can shift to control were ready at the time of an engine shutdown, and in the example, after a halt of the fuel injection to an engine 150 is directed, it is the conditional judgment whether 300msec(s) passed. Since the output torque of an engine 150 does not necessarily decline immediately even if a halt of fuel injection is directed, it waits for progress of 300msec until the output torque by the side of waiting and an engine 150 is lost certainly. In addition, in response to directions of EFIECU170, following on a fuel cut, an engine 150 controls the closing motion timing modification device 153, and sets the closing motion timing of a bulb to the maximum lag side in the meantime. In addition, the closing motion timing modification device 153 is set to the maximum lag side for making the shock at the time of reducing the load at the time of next starting an engine 150, and carrying out motoring of the engine 150 as small as possible. If conditions 1 are not ready, it passes till then, the PID control based on the deflection of the real rotational frequency of an engine 150 and an aim rotational frequency is continued, and the rotational frequency of an engine 150 is held (step S330).

[0106] On the other hand, conditions 1 are satisfied, and at the time of a halt of an engine, when it is judged to control that it is good next, it is judged to be close to it whether the rotational frequency Ne of an engine 150 is beyond the predetermined value Nkn (step S340). The predetermined value Nkn used for this decision was under 200rpm and transit, if it was brake off, it was under 250rpm and transit, and when the rotational frequency Ne of an engine 150 has fallen by having performed control at the time of a halt of an engine, it is the conditions which suspend the open loop control mentioned later, and if it is brake-on, it is defined like 350rpm in the stop by this example. It was experimentally determined as a controllable rotational frequency that undershoot did not generate these rotational frequencies in the rotational frequency of an engine 150 in actual control.

[0107] When it is judged that an engine speed Ne is larger than the predetermined value Nkn, processing which reduces an engine speed by the open loop control next is performed (step S350). This processing is explained in detail later using drawing 25. Here, priority is given to the whole engine shutdown tense understanding, and explanation of the engine shutdown tense manipulation routine of drawing 22 is continued. By performing reduction processing of the engine speed by the open loop control, the rotational frequency Ne of an engine 150 falls gradually. If the rotational frequency Ne of an engine 150 falls and it is less than the predetermined value Nkn, it will judge whether next the current aim torque STG is about 0 (step S360). If the aim torque STG does not serve as a value 0 mostly, processing (step

S370) for preventing that the rotational frequency of an engine 150 undershoots is performed.

[0108] Guard processing (step S380) of a bound is performed, processing (step S390) which sets up the aim torque t_{tg} on the control which calculated by the above-mentioned processing and performed guard processing after that as new aim torque STG is performed, and after [any / these] processing (steps S330, S350-S370) ends this routine. Guard processing of a bound is processing which restricts this to less than rating or the range of possible torque, when it had shifted from rating of a motor MG 1, or the calculated aim torque t_{tg} sees from the remaining capacity of a battery 194 and has exceeded possible torque.

[0109] By carrying out repeat activation of the processing explained above, the rotational frequency of an engine 150 is controlled as follows roughly. First, if control which holds an engine speed to an aim rotational frequency by the usual PID control is performed (steps S320 and S330) and 300msec passes after the fuel supply to an engine 150 is suspended until 300msec(s) pass, it will change to an open loop control, torque will be added to the crankshaft 156 grade which is the output shaft of an engine 150 from a motor MG 1 to hard flow with a hand of cut, and the rotational frequency of an engine 150 will be reduced in the range of predetermined deceleration. This situation was shown at the section A of drawing 27. If the rotational frequency N_e of an engine 150 falls to the predetermined value N_{kn} , an open loop control will be ended and then undershoot prevention processing will be performed (steps S320, S340, S360, and S370). Here, the magnitude of aim torque is reduced and approaches a value 0 gradually. This situation was shown at the drawing 27 section B.

[0110] Next, the details of the open loop control of step S350 are explained using drawing 25. Starting of an open loop control manipulation routine judges under a stop of a vehicle and transit first (step S351). If it is judged that a vehicle is running, it will process by annealing using the aim torque STGold in the control initiation time set up by control at the time of an engine shutdown, and the reduction torque STGmn, and processing which searches for the temporary aim torque t_{tg} will be performed (step S352). It anneals in this case and the processing time n_{mtg} beforehand set up according to the vehicle speed is used for time amount (refer to the drawing 22 step S310 and drawing 24). Although it anneals and processing is integral processing mathematically, when the processing performed at a predetermined interval realizes like this example, it realizes by taking a weighting average to the current value and desired value in many cases. In this example, for every processing time n_{mtg} , weighting average processing is performed and the weighting coefficient given to the current value in that case is made about [of the weighting coefficient about desired value] into 1/16. When the processing which suspends an engine 150 by the open loop control is started saying that it processes by annealing since the aim torque STG is held by the PID control (drawing 22 step S330) till then at the predetermined value The aim torque immediately after starting control at the time of an engine shutdown is reduced suddenly, and it is not made Torque STGmn, but toward the reduction torque STGmn set up based on drawing 23, the value of the temporary aim torque t_{tg} will be set up gradually, and it will go. By annealing, so gently [since it is set as such a big value that the vehicle speed is low] that the vehicle speed is low, the temporary aim torque t_{tg} will approach the reduction torque STGmn, and the processing time n_{mtg} of processing will go.

[0111] On the other hand, since it is not necessary to anneal with (step S351) and the vehicle speed, and to set up the time amount of processing when it is judged that a vehicle is stopping, the processing time is made into a fixed value (this example 128msec(s)), and it processes by annealing similarly (step S353). However, it replaces with the reduction torque STGmn defined according to the vehicle speed, and at the point using the value which applied the study value stg_{kg} of aim torque to fixed reduction torque, it anneals under transit and is different from processing (step S352) with this processing under stop. At step S353, it is processing by annealing between the current aim torque STGold and $(-14 + stg_{kg}) - STGold$. In under transit, the torque shock resulting from engine 150 halt under stop is easy to be felt to not worrying the torque shock at the time of engine 150 halt so much. Then, the action of reduction of the aim torque under stop is learned, and it enables it to suspend an engine 150 without undershoot as much as possible. About the method of study of the study value stg_{kg} , it mentions later.

[0112] If this processing is repeatedly performed at a predetermined interval, by the looseness which

anneals and becomes settled by the processing time of processing, the temporary aim torque t_{tg} will approach the reduction torque STG_{mn} , and will go. If the temporary aim torque t_{tg} is in agreement with the reduction torque STG_{mn} , the torque which a motor MG 1 outputs will become almost fixed after that.

[0113] After processing by annealing under above transit and annealing under processing or stop, it judges whether conditions 2 are satisfied in the degree (step S354). Decision whether as for decision of conditions 2, all the following conditions are satisfied is said.

**** The rotational frequency N_e of an engine 150 is 400 or less rpm, is ** stopping, and has not updated
 ** study value stg_{kg} yet ($X_{stg}=1$).**

If at least one of the above three conditions is not materialized, nothing is performed, but it escapes to "NEXT", and this routine is once ended. On the other hand, if it will be in the condition that all of these three conditions are materialized, processing which calculates rotation decelerating $**N$ will be performed (step S355).

[0114] Rotation decelerating $**N$ is defined as deflection of a current rotational frequency from the rotational frequency when detecting a rotational frequency last time. In this example, the detection of a rotational frequency N_e itself is performed every 16msec(s). This rotation decelerating $**N$ judges next whether close is in the range of a value -54 to the value -44 (step S356). If close is within the limits of this, rotation decelerating $**N$ will perform nothing, but will fall out to NeXT, and will once end this routine. On the other hand, when it is judged that rotation decelerating $**N$ is larger than a value -44, processing to which only a value 1 decreases the temporary study value t_{stg} is performed (step S357), and when rotation decelerating $**N$ is smaller than a value -54, processing for which only a value 1 increases the temporary study value t_{stg} is performed (step S358). That is, the degree of moderation of the engine speed N_e in the drawing 27 section A is checked, and in order to make it reflected in the study value stg_{kg} at the time of determining the reduction torque under stop in control at the time of a next engine shutdown, the temporary study value t_{stg} is fluctuated. The absolute value of the numeric value ($\{(-14+stg_{kg}) - STGold\}$ in step S353) which will hit the desired value of reduction torque if the rate of moderation is small is enlarged (a sign is -), and the absolute value is made small if the rate of moderation is large. Consequently, the rate of a fall of the rotational frequency N_e of the engine 150 at the time of an engine shutdown is adjusted in a proper range (from -54Nm / 16msec to -44Nm / 16msec) by learning control.

[0115] In addition, the temporary study value t_{stg} performs guard processing so that it may enter within the bound value defined beforehand, and processing which sets a value 1 to the flag X_{stg} which shows that it learned is performed further (step S359). In addition, since repeat activation of this routine is carried out, the temporary study value t_{stg} has been set up for annealing under activation and not changing the study value (step S353) in processing each time, without setting up the study value stg_{kg} directly here. The learned study value stg_{kg} will be used for the first time at the time of activation of control at the time of a next engine shutdown.

[0116] The open loop control manipulation routine explained above is performed, after the fuel supply to an engine 150 is suspended and 300msec(s) pass, towards the final torque value which becomes settled in a stop and transit, increases gradually the magnitude of the torque (torque with which the sign of torque joins hard flow with the hand of cut of minus, i.e., an output shaft) added to the output shaft of an engine 150 from a motor MG 1, and goes. If the vehicle has stopped when the rotational frequency N_e of an engine 150 gradually decreases (drawing 27 section A) and a rotational frequency is set to 400 or less rpm, based on the magnitude of rotation decelerating $**N$ in the meantime, the study value t_{stg} will be learned and it will go.

[0117] If the rotational frequency N_e of an engine 150 gradually decreases and it becomes smaller than the predetermined value N_{kn} soon, it will replace with the open loop control processing mentioned above, and undershoot prevention processing (drawing 22 step S370) will be performed. This undershoot prevention processing is explained referring to drawing 26 . When an undershoot prevention manipulation routine is started, it is degree type $t_{tg}=STGold+2$ [Nm] first.

It is alike, and it follows and processing which searches for the temporary aim torque t_{tg} is performed

(step S371). Next, if the temporary aim torque t_{tg} searched for judges that it is -two or less value (step S372) and becomes $t_{tg} > -2$, processing which sets the temporary aim torque t_{tg} as a value -2 will be performed (step S373). That is, the value -2 is guarded for the temporary aim torque t_{tg} as a maximum by processing of steps S372 and S373.

[0118] By performing this processing, the magnitude of the torque which was acting so that the rotational frequency N_e of the output shaft of an engine 150 might be reduced till then is the range which does not exceed -2 [Nm], and is made small one by one. The magnitude of the torque which was being committed in the direction which slows down the output shaft of an engine 150 by this processing that changes the temporary aim torque t_{tg} according to a top type, and goes is reduced by 2 [Nm] every every 8msec(s) which are the interval of interruption processing, approaches a value 0 gradually and goes (refer to drawing 27 section B).

[0119] It judges whether the rotational frequency N_e of an engine 150 is less than 40 rpm after processing of the above-mentioned step S372 or step S373 (step S374). If the rotational frequency N_e of an engine 150 is less than 40 rpm, it will judge that it is not necessary to apply the torque of the braking direction to the output shaft of an engine 150 any longer, and processing which sets a value 0 as the temporary aim torque t_{tg} will be performed (step S375).

[0120] Then, it judges whether conditions 3 are satisfied (step S376). ** vehicle is stopping and it is study of ** study value in the condition that conditions 3 are satisfied ($X_{stg}=1$).

A case is said. If the above-mentioned conditions 3 are not satisfied, it escapes to "NEXT" and this routine is once ended. On the other hand, if the above-mentioned conditions 3 are satisfied, processing (step S377) which sets up the temporary study value t_{stg} as a study value STG_{kg} , and processing (step S378) which resets the learned flag X_{stg} to a value 0 will be performed. This routine is ended after these processings.

[0121] Consequently, if it decreases towards a value -2 and a rotational frequency N_e is set to less than 40 rpm as shown at the drawing 27 section B, let magnitude of the torque which will be added to the output shaft of an engine 150 if this undershoot prevention processing is performed be a value 0. Consequently, the rotational frequency N_e of an engine 150 does not produce the phenomenon (undershoot) which is less than a value 0.

[0122] While the demand which should get twisted in the 2nd example explained above, and should continue operation of ** and the (1) engine 150 exists, the rotational frequency N_e of an engine 150 is maintainable to an aim rotational frequency with PID control.

(2) When the demand which should continue operation of an engine 150 is lost, after it suspends the fuel supply to an engine 150 by EFIECU170 and 300msec passes, add the torque of the reverse sense to the carrier shaft 127 combined with the crankshaft 156 which is the output shaft of an engine 150 by the open loop control with a hand of cut by the motor MG 1. Under the present circumstances, based on deflection with the aim rotational frequency (0) of the rotational frequency N_e of an engine 150, feedback control of the aim torque of a motor MG 1 is not carried out, but the algorithm defined beforehand determines aim torque. In the above-mentioned example, as shown in drawing 27, it is determined that the magnitude of aim torque increases gradually and goes by the predetermined rate. By performing this control, at the time of a halt of an engine 150, rapidly big torque starts hard flow, a torque shock arises, and drivability is not worsened with the hand of cut. Moreover, since the torque of a hand of cut and an opposite direction is annealed and the torque of predetermined magnitude continues being added after termination of processing as shown in drawing 27, reaction force torque also becomes fixed and drivability improves further.

[0123] (3) By adding torque towards a rotational frequency and reverse by the motor MG 1, the rotational frequency of the output shaft of an engine 150 falls and goes with predetermined deceleration (this example about -50rpm/16msec). Since this deceleration is set as the range which twists to an output shaft and resonance does not produce, it does not produce torsion resonance on the crankshaft 156 and the carrier shaft 127 which were combined through the damper 157.

[0124] (4) If a vehicle is stopping when the rotational frequency of an engine 150 is less than a predetermined rotational frequency (this example 400rpm), study will be performed from a decelerating

condition so that the deceleration in control may go into a predetermined range at the time of a next engine shutdown.

[0125] (5) If the rotational frequency N_e of an engine 150 furthermore falls and it becomes below the predetermined value N_{kn} (an example 200rpm thru/or 350rpm), the magnitude of the torque added by the motor MG 1 will be shortly turned and dwindled to a value 0 at a predetermined rate, and the rotational frequency N_e of the output shaft of an engine 150 will control for zero or less value 156, i.e., a crankshaft, not to rotate reversely. It is designed by the premise referred to as not rotating reversely a crankshaft 156 in many cases, for example, the phenomenon called tooth-lead-angle lock with a crankshaft 156 rotating reversely can occur by the closing motion timing modification device 153. In this example, if the rotational frequency of an engine 150 falls, and magnitude of the torque added to an engine output shaft is made small and also it is less than 40rpm, addition torque would be made into the value 0 and the inverse rotation of a crankshaft 156 will be prevented certainly.

[0126] (6) The predetermined value N_{kn} used as the decision criterion at the time of performing this control will be under 200rpm and transit, if a vehicle is stopping, if its brake is off, it is under 250rpm and transit, and if a brake is ON, it is set as 350rpm. Therefore, the force in which it is added in the direction which reduces a rotational frequency to the output shaft of an engine 150 cannot be depended on the run state of a vehicle, but can be made regularity in general, and in spite of being an open loop control, the rotational frequency of an engine 150 can be smoothly turned and controlled to a value 0.

[0127] Although it shall apply to the vehicles of a two-flower drive of FR mold or FF mold in the power output unit 110 of the 1st and 2nd example, and its modification, as shown in power output unit 110C of the modification of [drawing 28](#), it is good also as what is applied to the vehicles of a four-flower drive. With this configuration, the motor MG 2 combined with the ring wheel shaft 126 is separated from the ring wheel shaft 126, it arranges independently in the rear wheel section of vehicles, and the driving wheel 117,119 of the rear wheel section is driven by this motor MG 2. On the other hand, it is combined with a differential gear 114 through the power fetch gear 128 and the power transfer gear 111, and the ring wheel shaft 126 drives the driving wheel 116,118 of the front-wheel section. It is possible to perform [drawing 7](#) mentioned above under such a configuration or the engine shutdown control routine of [drawing 22](#).

[0128] In the power output unit 110 of an example, although PM form (permanent magnet form-ermanent Magnet type) synchronous motor was used for the motor MG 1 and the motor MG 2, if the both sides of regeneration actuation and a powering movement are possible, VR form (adjustable reluctance form; Variable Reluctance type) synchronous motor, a vernier motor, a direct current motor, an induction motor, a superconducting motor, a step motor, etc. can also be used.

[0129] Moreover, in the power output unit 110 of an example, although the transistor inverter was used as 1st and 2nd drive circuits 191,192, an IGBT (insulated-gate bipolar mode transistor; Insulated Gate Bipolar mode Transistor) inverter, a thyristor inverter, a voltage PWM (Pulse-Density-Modulation-ulseWidth Modulation) inverter, a square wave inverter (a voltage form inverter, current form inverter), a resonance inverter, etc. can also be used.

[0130] Furthermore, as a battery 194, although Pb battery, a NiMH battery, Li battery, etc. can be used, it can replace with a battery 194 and a capacitor can also be used.

[0131] In the power output unit 110 of an example, the crankshaft 156 of an engine 150 is connected to a motor MG 1 through a damper 157 and planetary gear 120. Although change of the rotational frequency N_e of an engine 150 was adjusted by outputting torque through planetary gear 120 from a motor MG 1 when operation of an engine 150 was suspended Direct continuation of the crankshaft CS of Engine EG is carried out to the axis of rotation RS of Motor MG through Damper DNP like. the power output unit 310 of the modification illustrated to [drawing 29](#) -- It is good also as what adjusts change of the rotational frequency N_e of the engine EG in the case of the shutdown of Engine EG by Motor MG. The effect as the effect that the power output unit 110 of an example does so that such a configuration is also the same can be done so. Moreover, in the above-mentioned example, although it has arranged so that it may become the same axle to the shaft which all exchanges power, motors MG1 and MG2 are easy for joining together through a gear, and should just define the arrangement to the

shaft which exchanges power based on the demand on layout.

[0132] As mentioned above, although the gestalt of operation of this invention was explained, as for this invention, it is needless to say that it can carry out with the gestalt which is not limited to the gestalt of such operation at all, and becomes various within limits which do not deviate from the power output unit of an example from the summary of this inventions, such as means of transportation, modes carried in various industrial machines etc. in addition to this, such as a vessel and an aircraft.

[Translation done.]